

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI  
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

011238178    \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 1997-216081/\*199720\*  
XRPX Acc No: N97-178080

**Colour classification appts for recognising painting colour of production object in industries - has switching part to select effective measuring filter based on detection result obtained by using inspection filter**

Patent Assignee: OLYMPUS OPTICAL CO LTD (OLYU )

Inventor: HIBI Y; WADA T

Number of Countries: 002    Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 9061244	A	19970307	JP 95220525	A	19950829	199720 B
US 5751429	A	19980512	US 96701123	A	19960821	199826

Priority Applications (No Type Date): JP 95220525 A 19950829

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 9061244	A		36	G01J-003/51	
US 5751429	A			G01N-021/25	

Abstract (Basic): JP 9061244 A

The appts has a pick-up element (2) to pick-up the light from an object. An optical system (1) irradiates light on the object. An optical BPF (100) is arranged in-between the object and the pick-up element. A switching part switches the optical BPF. The spectral characteristics of the light from the object picked-up by the pick-up element is distinguished an arithmetic processor (7) using a statistical approach.

Several optical band-pass measuring filters measure the colour of the object. An inspection filter is used for judging an effective measuring filter among several measuring filters. The switching part selects the effective measuring filter, based on the detection result obtained by using the inspection filter.

USE/ADVANTAGE - In medical treatment. Applies to various objects having various colours. Simplifies structure and hence reduces cost.

Dwg.1/37

Title Terms: COLOUR; CLASSIFY; APPARATUS; RECOGNISE; PAINT; COLOUR; PRODUCE  
; OBJECT; INDUSTRIAL; SWITCH; PART; SELECT; EFFECT; MEASURE; FILTER;  
BASED; DETECT; RESULT; OBTAIN; INSPECT; FILTER

Derwent Class: S03; X25

International Patent Class (Main): G01J-003/51; G01N-021/25

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): S03-A02C; X25-X



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-61244

(43) 公開日 平成9年(1997)3月7日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 J 3/51

G 0 1 J 3/51

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願平7-220525

(22) 出願日 平成7年(1995)8月29日

(71) 出願人 000000378

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 和田 徹

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(72) 発明者 日比 靖

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

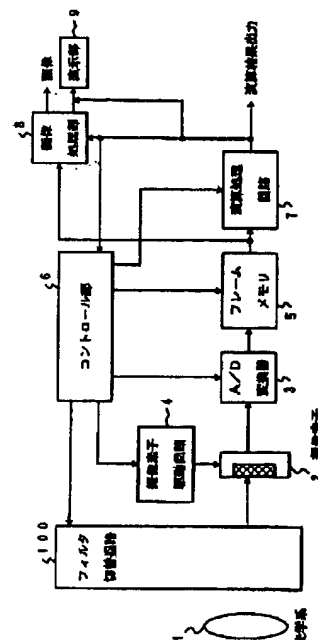
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 色分類装置及び色分類方法

(57) 【要約】

【課題】 様々な対象物に適用可能な汎用性の高い色分類装置及び色分類方法を提供する。

【解決手段】 本発明による色分類装置は、対象物からの光を撮像する撮像手段と、前記対象物からの光を前記撮像手段に結像させる光学手段と、前記対象物と撮像手段の間に配置されるそれぞれ異なる通過帯域を持つ複数の光学バンドパスフィルタと、前記複数の光学バンドパスフィルタを切り替える切り替え手段と、撮像された対象物の分光特性から統計的手法を用いた分類または判別を行うための演算処理手段とを有し、前記複数の光学バンドパスフィルタは、対象物の色を測定するための複数の測定用フィルタと、対象物に対して前記複数の測定用フィルタのうち何れのフィルタを適用すべきかを判定するための検査用フィルタとを含み、前記切り替え手段は前記検査用フィルタを用いて検出された結果に基づいて有効な前記測定用フィルタを切り替え選択することを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 対象物からの光を撮像する撮像手段と、前記対象物からの光を前記撮像手段に結像させる光学手段と、

前記対象物と撮像手段の間に配置されるそれぞれ異なる通過帯域を持つ複数の光学バンドパスフィルタと、前記複数の光学バンドパスフィルタを切り替える切り替え手段と、

撮像された対象物の分光特性から統計的手法を用いた分類または判別を行うための演算処理手段とを有し、前記複数の光学バンドパスフィルタは、対象物の色を測定するための複数の測定用フィルタと、

対象物に対して前記複数の測定用フィルタのうち何れのフィルタを適用すべきかを判定するための検査用フィルタとを含み、

前記切替手段は前記検査用フィルタを用いて検出された結果に基づいて有効な前記測定用フィルタを切り替え選択することを特徴とする色分類装置。

【請求項2】 前記複数の光学バンドパスフィルタは一又は複数のフィルタを有する複数のフィルタセットからなり、

前記切り替え手段は、前記一つのフィルタセットの中の光学バンドパスフィルタを切り替えるフィルタ切り替え手段と、

前記複数のフィルタセットを切り替えるフィルタセット切り替え手段を具備することを特徴とする請求項1に記載の色分類装置。

【請求項3】 前記フィルタセットは各々、光学バンドパスフィルタを円周上に並べた回転フィルタからなり、前記フィルタセット切り替え手段は前記回転フィルタを複数の円周上に並べたターレットとすることを特徴とする請求項2に記載の色分類装置。

【請求項4】 前記回転フィルタは各々が、回転中心に対してその外周に噛合部を有する歯車体であることを特徴とする請求項3に記載の色分類装置。

【請求項5】 前記フィルタ切り替え手段のターレットは回転中心に対してその外周に噛合部を有する歯車体であることを特徴とする請求項4に記載の色分類装置。

【請求項6】 前記複数のフィルタセットにおいて、ある一つのフィルタセットの光学バンドパスフィルタが円周上に並べられ、他の一つのフィルタセットの光学バンドパスフィルタは前記円周とは径の異なる同心円周上に並べられる回転フィルタを有し、

前記フィルタセット切替手段は前記回転フィルタの中心軸と前記光学系の光軸との距離を変位可能に切り替えることを特徴とする請求項2に記載の色分類装置。

【請求項7】 前記フィルタセットは各々、光学バンドパスフィルタを円周上に並べた回転フィルタからなり、前記フィルタセット切り替え手段は、前記回転フィルタを複数収納し、出し入れすることのできる回転フィルタ

収納手段と、

前記回転フィルタ収納手段を移動させるための回転フィルタ収納移動手段と、

前記フィルタセット収納手段から前記複数のフィルタセットのうちの1枚を前記光学系の所定の位置に移動させるための回転フィルタ移動手段とを具備することを特徴とする請求項2に記載の色分類装置。

【請求項8】 前記切り替え手段は、前記複数の光学バンドパスフィルタを収納する収納手段と、

前記収納手段を移動させる、第1の移動手段と、

前記収納手段から前記複数の光学バンドパスフィルタのうちの1枚を前記光学系の光軸の所定の位置に移動させるための第2の移動手段を具備することを特徴とする請求項1に記載の色分類装置。

【請求項9】 前記複数の光学バンドパスフィルタは、複数の異なる帯域特性をもつ光学フィルタを2枚以上光軸方向に重畳して組み合わせるフィルタ組み合わせ手段により実現することを特徴とする請求項1に記載の色分類装置。

【請求項10】 前記フィルタ組み合わせ手段は、複数の回転色フィルタの回転角度を互いに独立に制御することを特徴とする請求項9に記載の色分類装置。

【請求項11】 前記光学系は対象物からの光束を複数方向に分岐させるプリズムを含み、

前記撮像素子は複数個用いられ、前記分岐された対象物からの光を結像する位置の一つずつ配置され、

前記切替手段は前記プリズムと前記複数の撮像素子の間において光学バンドパスフィルタが切替えられる複数の切替手段であることを特徴とする請求項1に記載の色分類装置。

【請求項12】 前記光学系は対象物からの光を波長に応じて複数方向に分岐させるダイクロイックプリズムを含み、

前記撮像素子は複数個用いられ、前記分岐された対象物からの光を結像する位置の一つずつ配置され、

前記切替手段は前記ダイクロイックプリズムと前記複数の撮像素子の間において光学バンドパスフィルタが切替えられる複数の切替手段であり、

前記フィルタ組み合わせ手段は、前記ダイクロイックプリズムのダイクロイックフィルタと、前記切替手段によって切り替えられる光学バンドパスフィルタとの組み合わせにより複数の異なる帯域特性をもつ光学フィルタを実現することを特徴とする請求項1に記載の色分類装置。

【請求項13】 前記光学系は対象物からの光を波長に応じて複数方向に分岐させるダイクロイックプリズムを含み、

前記撮像素子は複数個用いられ、前記分岐された対象物からの光を結像する位置の一つずつ配置され、

前記複数の光学バンドパスフィルタは、前記ダイクロイックプリズムのダイクロイックフィルタおよび電気信号

により通過帯域を変化させることのできる帯域可変光学フィルタを含み、

前記切替手段は、前記ダイクロイックプリズムと前記帯域可変光学フィルタを装着したフィルタカートリッジと、前記フィルタカートリッジを移動させ前記ダイクロイックプリズムと前記帯域可変フィルタのどちらか一方を前記光学系の光軸に配置させるカートリッジ駆動手段を有することを特徴とする請求項1に記載の色分類装置。

【請求項14】 前記光学系は対象物からの光束を複数方向に分岐させるプリズムを含み、前記撮像素子は複数個用いられ、前記分岐された対象物からの光を結像する位置の一つづつ配置され、前記切替手段は前記プリズムと前記対象物の間において光学バンドパスフィルタが切替られる第1の切替手段と、前記プリズムと前記複数の撮像素子の間において光学バンドパスフィルタが切替られる複数の第2の切替手段とを含み、前記フィルタ組み合わせ手段は、前記第1の切替手段と前記第2の切替手段によって切り替えられる光学バンドパスフィルタの組み合わせにより複数の異なる帯域特性をもつ光学フィルタを実現することを特徴とする請求項1に記載の色分類装置。

【請求項15】 前記光学系は対象物からの光を波長に応じて複数方向に分岐させるダイクロイックプリズムを含み、前記撮像素子は複数個用いられ、前記分岐された対象物からの光を結像する位置の一つづつ配置され、前記切替手段は前記ダイクロイックプリズムと前記対象物の間において光学バンドパスフィルタが切替られる第1の切替手段と、前記プリズムと前記複数の撮像素子の間において光学バンドパスフィルタが切替られる複数の第2の切替手段とを含み、前記フィルタ組み合わせ手段は、前記第1の切替手段によって切り替えられる光学バンドパスフィルタと前記ダイクロイックプリズムのダイクロイックフィルタと、前記第2の切替手段によって切り替えられる光学バンドパスフィルタとの組み合わせにより複数の異なる帯域特性をも

つ光学フィルタを実現することを特徴とする請求項1に記載の色分類装置。

【請求項16】 光学系を介した対象物からの光を互いに異なる通過帯域を持つ複数の光学バンドパスフィルタを切替えながら通過させて撮像し、

この撮像された対象物の分光特性から統計的手法によって当該対象物の分類又は判別を行なうようにした色分類方法において、

前記対象物に係る分光特性を予め検査したのち、この結果に基づいて前記複数の光学バンドパスフィルタの中から所要の光学バンドパスフィルタを選択して分類又は判別を行なうようにしたことを特徴とする色分類方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、色を利用して対象物を分類、判定または識別する色分類装置及び色分類方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、各種工業の生産現場における塗装色、染色度の管理、または生産物の色測定、あるいは医療、学術分野における被検体の色測定などにおいては、対象物の色を識別する色識別装置が利用されている。

【0003】例えば、特開平3-267726号公報に開示されている色識別装置では、対象物の反射分光スペクトルに統計的処理を施すことによって2クラスの分類を行なっている。

【0004】具体的には、クラスが既知の対象物の反射分光スペクトルをFoley Sammon変換(FS変換)を利用して統計処理している(Q. Tian, M. Barbaro他, "Image classification by Foley-Sammon transform", Optical Engineering, Vol. 25, No. 7, 1986参照)。

【0005】ここで、FS変換とは、2つのクラスに分類する手法であり、具体的には、ある対象物が2つ与えられたときのS1, S2からFisher ratio

$$R(di) = (di \cdot S1 \cdot di) / (di \cdot S2 \cdot di) \quad \dots (1)$$

di : 分類スペクトル

di<sup>⊥</sup> : 分類スペクトル(転置)

S1 : クラス間共分散行列

S2 : クラス内共分散行列

のR(di)を最大にするときのスペクトルdiを求めることである。

【0006】以後、この分類のためのスペクトルdiを分類スペクトルと呼ぶ。

【0007】この分類スペクトルdiは、対象物のスペクトルと同じ次元数を有するため、正確にはdi(λ)と表記すべきであるが、本明細書では、簡単のためにd

iと記すものとする。

【0008】そして、Fisher ratioを大きくする分類スペクトルを2種類求める。Fisher ratioを最大にする分類スペクトルdiをd1、このd1と直交するスペクトルの中でFisher ratioを最大にする分類スペクトルdiをd2とする。

【0009】この分類スペクトルd1, d2で構成される空間に各データを投影することにより、2つのクラスが分類される。分類スペクトルd1, d2は次式から求める。

【0010】

$$d1 = \alpha 1 S2^{-1} \Delta$$

$$d2 = \alpha 2 S2^{-1} \Delta [1 - (\Delta^t S2^{-2} \Delta) / (\Delta^t S2^{-3} \Delta) S2^{-1}] \Delta$$

... (2)

ここで、 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$  は正規化係数、 $\Delta$  は  $X1 - X2$  (クラス1とクラス2の差スペクトル)、 $I$  は単位行列である。

【0011】このようにして得た分類スペクトル  $d1$ 、 $d2$  で構成される空間に各データを投影するために分類スペクトルと対象物の反射分光スペクトルとの内積を求める。

【0012】対象物の反射分光スペクトルを  $f(\lambda)$  (但し、 $\lambda$  = 波長) とすれば、内積  $t1$ 、 $t2$  は次式で表せられる。

$$t1 = f(\lambda) \cdot d1$$

$$t2 = f(\lambda) \cdot d2$$

ここで、記号「 $\cdot$ 」は内積演算を表す。

【0014】上記特開平3-267726号公報に開示の装置では、この内積  $t1$ 、 $t2$  の値から図33のように分類境界を決め、この分類スペクトルの特性を有するフィルタを図36に示すように回折格子Gと液晶フィルタFを用いて実現している。

【0015】ところが、分類スペクトル  $d1$ 、 $d2$  は一般に、図37に示すように形状が複雑であり、また、正負の値をとるため、回折格子G、液晶フィルタFなどの取り付け精度も厳しく要求される。

【0016】従って、装置の移動等にもなう機械的振動により、その取り付け位置がずれると、分類精度が著しく低下してしまう。また、回折格子自体はコストが高いという問題もある。

【0017】そのため、装置構成が簡単で、低コストで、且つ機械的振動等にも耐えられるような色分類装置が望まれている。

【0018】また、上記特開平3-267726号公報に開示された色識別装置では、光源をある程度限定している(ランプL)ため、異なる光源に対しての分類には不向きであり、光源のスペクトルが変化する場合には良好な分類を行なうことが難しい。

【0019】特に、工場などで色分類を行なう場合には、光源を限定することができるが、光源を限定せずに、そのスペクトルが変化する場合などにも良好に色分類できる装置が望まれている。

【0020】このため、本出願人は既に先願として特開平7-120324号公報に開示されているように、装置構成が簡単で、低コストで、且つ機械的振動等にも耐えられ、しかも光源を限定せずにそのスペクトルが変化する場合などにも良好に色分類可能な色分類装置に係る発明の出願をなしている。

$$gi'(\lambda) = gi(\lambda) / gs(\lambda) = f(\lambda) / s(\lambda) \quad \dots (4)$$

と表すことができる。

【0028】こうして、照明光の反射分光スペクトル  $L$

【0021】すなわち、この先願としての特開平7-120324号公報に開示された色分類装置は、対象物の反射分光スペクトルを撮像する撮像手段と、上記対象物と撮像手段との間に設置したそれぞれ異なる帯域を持つ複数のバンドパスフィルタと、上記撮像手段によって撮像された対象物の反射分光スペクトルから統計的手法を用いた分類のための分類スペクトルを算出し、この分類スペクトルを用いて上記対象物の分類を行なう分類手段とを備えることを特徴としている。

【0022】この先願の色分類装置によれば、それぞれ異なる帯域を持つ複数のバンドパスフィルタを用意しておき、これら複数のバンドパスフィルタのそれぞれを上記対象物と撮像手段との間に配置する。

【0023】そして、分類手段によって、上記撮像手段によって撮像された対象物の反射分光スペクトルから統計的手法を用いた分類のための分類スペクトルを算出し、この分類スペクトルを用いて上記対象物の分類を行なう。

【0024】先ず、この先願の色分類装置の原理から説明する。

【0025】この先願の色分類装置では、分類のためのフィルタを、特開平3-267726号公報に開示された従来の色識別装置のような回折格子及び液晶フィルタで構成するのではなく、図28の(A)に示すような特定の波長のみを透過させるようなバンドパスフィルタを複数組み合わせた同図の(B)や(C)に示すようなフィルタを用いることにより、簡易で安価な構成の色分類装置を実現するものである。

【0026】また、この先願の色分類装置は、異なる光源のもとでも色分類を行なうために、対象物を撮像するときと同じ条件で、適当な参照板の反射分光スペクトルを計測し、対象物の反射分光スペクトルを参照板の反射分光スペクトルで補正することによって、光源(照明光)の影響を除去するようにしている。

【0027】すなわち、 $\lambda$  を波長として、対象物の反射分光スペクトルを  $f(\lambda)$ 、参照板の反射分光スペクトルを  $s(\lambda)$ 、照明光の反射分光スペクトルを  $L$

( $\lambda$ )、撮像系の感度スペクトル(撮影レンズの透過スペクトル、撮像素子の感度スペクトル等)を  $M(\lambda)$  とすれば、対象物の撮影スペクトル  $gi(\lambda)$ 、及び参照板の撮影スペクトル  $gs(\lambda)$  はそれぞれ、  
 $gi(\lambda) = f(\lambda) \times L(\lambda) \times M(\lambda)$   
 $gs(\lambda) = s(\lambda) \times L(\lambda) \times M(\lambda)$

で表せられ、対象物のスペクトル  $gi'(\lambda)$  は、

( $\lambda$ )の影響を除去でき、 $gi'(\lambda)$  を用いれば、異なる光源のもとでも分類できることになる。

【0029】また、さらに照明光の輝度が異なる場合には、除去後の信号  $g_i'$  (入) のパワーを正規化すれば良い。

【0030】次に、この先願による2クラスの対象物の分類を行なう色分類装置について説明する。

【0031】図27は、その構成を示す図で、この先願の色分類装置は、絞りやレンズを含む光学系10、図28の(A)に示されるような複数枚のバンドパスフィルタ12A、12B、…、12Eで構成される回転色フィルタ12、対象物O及び参照板Rの画像を取り込むためのCCD14、A/D変換器16、フレームメモリ18、撮影している部分を表示するモニタ20、CCD駆動ドライバ22、回転色フィルタ12の駆動モータ24、CCD駆動ドライバ22及び回転色フィルタ駆動モータ24等を制御すると共に分類演算回路28に命令を送るコントロール部26、分類を行なうための分類演算回路28から構成される。

【0032】上記回転色フィルタ12は、図28の(B)に示すように、何種類かのバンドパスフィルタ12A～12Eから構成されており、各フィルタは同図の(A)に示すような任意のバンド幅を透過するような特性を持っている。

【0033】この場合、図面及び説明の簡単化のため5枚のバンドパスフィルタで回転色フィルタ12を構成している。

【0034】なお、光学系10と回転色フィルタ12の配置は、光学系10の前に回転色フィルタ12を配置するような逆の配置でも良い。

【0035】上記分類演算回路28は、図29に示すように、対象物Oの輝度成分を抽出するための輝度成分抽出部30、分類のための演算(FS変換等)を行なう分類演算部32、及び分類判定のための学習及び分類判定を行なう分類判定部34から成る。

【0036】ここで、上記輝度成分抽出部30は、図30に示すように、撮影した画像の対象物O及び参照板Rの測定領域を抽出する3個の測定領域抽出部36A、36B、36W、測定した輝度成分の平均を求める3個の輝度成分平均化部38A、38B、38W、撮影したクラス1またはクラス未知のデータの輝度成分を書き込む輝度成分メモリ“A”40A、撮影したクラス2のデータの輝度成分を書き込む輝度成分メモリ“B”40B、撮影した参照板Rのデータの輝度成分を書き込む輝度成分メモリ“W”40W、光源の影響を補正するための補正回路42、補正したクラス1又はクラス未知のデータを書き込む輝度スペクトルメモリ“d1a”44A、及び補正したクラス2のデータを書き込む輝度スペクトルメモリ“d1b”44Bを有している。

【0037】上記輝度成分メモリ40A、40B、40Wは、回転色フィルタ12を構成するバンドパスフィルタの枚数(この例では、5枚)分だけの輝度成分を書き

込むことができるようになっている。

【0038】上記補正回路42は、図31の(A)に示すように除算器42<sub>1</sub>、または同図の(B)に示すように除算器42<sub>1</sub>とパワー正規化回路42<sub>2</sub>により構成される。以下の説明では、同図の(B)に示した構成として説明を行うものとする。

【0039】上記輝度スペクトルメモリ44A、44Bは、撮影するデータのサンプル数Nだけの輝度成分(各輝度成分はフィルタ枚数個のデータからなる)を書き込むことができるようになっている。

【0040】一方、上記分類演算部32は、図31の(C)に示すように、切り替えスイッチ“A”46、分類スペクトルを求める分類スペクトル算出部48、分類スペクトルd1を書き込む分類スペクトルd1メモリ50、分類スペクトルd2を書き込む分類スペクトルd2メモリ52、切り替えスイッチ“B”54、積算器56、加算器58Aとラッチ58Bで構成され累積加算を行なう累積演算部58とによって構成されている。

【0041】また、上記分類判定部34は、同図に示すように、切り替えスイッチ“C”60、分類境界を決定する分類境界決定部62、決定した分類境界を書き込む分類境界メモリ“c1”64、分類判定を行なう分類決定部66から構成されている。

【0042】次に、以上のような構成の色分類装置を使い、2クラスの対象物を分類する処理について説明する。

【0043】この処理では、まず分類境界を求めるための学習モードを実行し、次にクラス未知のデータの色分類を行なうための分類モードを行なう。

【0044】まず、学習モードについて説明する。

【0045】これは、図32に示すような2クラスの対象物Oを分類するための分類スペクトルを求めるものである。

【0046】最初に、コントロール部26は、光学系10の方向及び焦点距離を、2クラスの対象物を同時に撮像できるように調節する。

【0047】そして、図示しない合焦調節機構により合焦調節を行うと共に、図示しない測光器により測光し光学系10の絞りとCCD14の露光時間を設定する。

【0048】ここで、回転色フィルタ12の第1のバンドパスフィルタ(例えば、12A)で撮影が行なわれるように、回転色フィルタ12の位置を制御する。

【0049】そして、CCD駆動ドライバ22に撮影コマンドを送ることによって第1の画像を撮影する。

【0050】CCD14で取り込み、A/D変換器16でA/D変換された画像データは、フレームメモリ18に転送され格納される。

【0051】そして、分類演算回路28にフレームメモリ18に格納された画像データを読み込ませる。

【0052】分類演算回路28においては、画像データ

は、まず、輝度成分抽出部30へ転送される。

【0053】この輝度成分抽出部30においては、各画像について、測定領域抽出部36A、36Bにて、取り込んだ各画像データのなかでそれぞれクラス1、クラス2に対応する分類対象領域を抽出し、その各画素ごとに輝度成分を抽出する。

【0054】そして、輝度成分平均化部38A、38Bにて、各領域での輝度の平均値を検出し、輝度成分メモリ40A、40Bに書き込む。

【0055】これをデータda1、db1とする。

【0056】次に、回転色フィルタ12を回転し、第2のフィルタ(例えば、12B)で第2の画像を撮影し、同様にして平均値を輝度成分メモリ40A、40Bに書き込む。

【0057】これを、データda2、db2とする。

【0058】このような操作を、第5のフィルタ(例えば、12E)まで行ない、輝度成分メモリ“A”40Aにデータda3、da4、da5を、また輝度成分メモリ“B”40Bにデータda3、da4、da5を書き

$$\begin{aligned} da^m i' &= da^m i / dwi \\ db^m i' &= db^m i / dwi \end{aligned}$$

この演算により、異なる光源(スペクトル特性)の影響を除去できる。

【0064】ここで、iはフィルタ番号、mはサンプル番号を示す。

【0065】さらに、パワー正規化回路42<sub>2</sub>にて、上

$$\begin{aligned} da^m i'' &= da^m i' / Ca^m \\ db^m i'' &= db^m i' / Cb^m \end{aligned}$$

ここで、パワー値Ca<sup>m</sup>及びCb<sup>m</sup>は、

$$Ca^m = \sum_{i=1}^N da^m i'$$

$$Cb^m = \sum_{i=1}^N db^m i'$$

【0067】または、

$$Ca^m = \sum_{i=1}^N (da^m i')^2$$

$$Cb^m = \sum_{i=1}^N (db^m i')^2$$

【0068】である。

【0069】このパワー正規化により、光源の輝度が異なる場合の影響を除去することができる。

【0070】このようにして求められたda<sup>m</sup>i''及びdb<sup>m</sup>i''を、輝度スペクトルとして輝度スペクトルメモリ“da”44A及び“db”44Bに書き込む。

込む。

【0059】すなわち、この一連の操作で、輝度成分メモリ“A”40Aにはデータdai(但し、i=1~5)を、輝度成分メモリ“B”40Bにはデータdbi(i=1~5)を書き込む。

【0060】次に、対象物の近傍に参照板Rを配置し、同様に5種類のフィルタで撮影し、輝度成分メモリ“W”40Wにデータdwi(i=1~5)を書き込む。

【0061】その後、補正回路42では、クラス1については輝度成分メモリ“A”40Aと輝度成分メモリ“W”40Wから、またクラス2については輝度成分メモリ“B”40Bと輝度成分メモリ“W”40Wから、データを読み出して補正を行なう。

【0062】この補正は、各フィルタ成分ごとに輝度成分メモリ“A”40Aのデータを輝度成分メモリ“W”40Wのデータで除算器42<sub>1</sub>にて次式のように除算する。

【0063】

(但し、i=1~5, m=1~N)

(但し、i=1~5, m=1~N)

…(5a)

記除算されたデータのパワー値が一定化されるように、パワー値Ca<sup>m</sup>及びCb<sup>m</sup>により次式の演算が行なわれる。

【0066】

(但し、i=1~5, m=1~N)

(但し、i=1~5, m=1~N)

…(5b)

【数1】

…(5c)

【数2】

…(5d)

【0071】以上の補正を、対象物のサンプル数Nだけ行ない、輝度スペクトルメモリ“da”44A及び“db”44Bに輝度スペクトルを書き込む。

【0072】この際、対象物のサンプルは、対象物そのものを交換しても良いし、同一対象物の異なる領域を利用しても良い。



【0073】このようにして、輝度スペクトルメモリ“dta”44A、“dtb”44Bには、対象物のサンプル数Nだけの輝度スペクトルデータが書き込まれることになる。

【0074】また、同時に、2つのクラスの対象物を撮影できない場合は、1つのクラス毎に対象物、参照板について上記と同様に撮影及び補正を行い、それぞれ輝度スペクトルメモリ“dta”44A及び“dtb”44Bにそれぞれの輝度スペクトルを書き込む。この操作をサンプル数Nだけ行なうようにする。

【0075】次に、分類演算部32では、切り替えスイッチ“A”46をb側に切り替える。

【0076】そして、輝度スペクトルメモリ“dta”44A及び“dtb”44Bからそれぞれクラス1及びクラス2に係る輝度スペクトルデータを読み出し、分類スベ

$$t a^1 = \sum_{i=1}^5 (d a^1 i \cdot d 1 i) \quad \dots (6)$$

【0079】を行ない、結果を分類判定部34の分類境界決定部62へ転送する。

【0080】続いて、輝度スペクトルメモリ“dtb”44Bから輝度スペクトルデータd b<sup>n</sup> iを、また分類

$$t b^1 = \sum_{i=1}^5 (d b^1 i \cdot d 1 i) \quad \dots (7)$$

【0081】を行ない、結果を分類境界決定部62へ転送する。

【0082】次に、切り替えスイッチ“B”54をb側に切り替えて、輝度スペクトルメモリ“dta”44Aか

$$t a^2 = \sum_{i=1}^5 (d a^2 i \cdot d 2 i) \quad \dots (8)$$

【0083】を行ない、結果を分類境界決定部62へ転送する。続いて、輝度スペクトルメモリ“dtb”44Bから輝度スペクトルデータd b<sup>n</sup> iを、また分類スベ

$$t b^2 = \sum_{i=1}^5 (d b^2 i \cdot d 2 i) \quad \dots (9)$$

【0084】を行ない、結果を分類境界決定部62へ転送する。

【0085】このように、各クラスについてサンプル数分だけ処理を行ない、こうして得た内積値を分類境界決定部62で図33のように分類境界を決定し、分類境界メモリ“c1”64に書き込む。

【0086】以上、ここまでが、学習モードである。

【0087】次に、分類モードについて説明する。

【0088】この分類モードでは、まず、図34に示すような分類したいクラス未知の対象物Oを、学習モード

$$d x i' = d x i / d w i \quad (\text{但し、} i = 1 \sim 5) \quad \dots (10)$$

を行ない、更にパワー正規化回路42<sub>2</sub>にて上記除算さ

クトル算出部48にて、前述したFS変換を用いて分類スペクトルd 1i (但し、i = 1 ~ 5)、及びこれに直交するd 2i (i = 1 ~ 5)を求め、それぞれ分類スペクトルd 1メモリ50及びd 2メモリ52にそれぞれ分類スペクトルd 1i及びd 2iを書き込む。

【0077】次に、切り替えスイッチ“A”46をa側に、また分類判定部34の切り替えスイッチ“C”60をb側に切り替える。

【0078】そして、切り替えスイッチ“B”54をa側に切り替えて、輝度スペクトルメモリ“dta”44Aから輝度スペクトルデータd a<sup>n</sup> iを、また分類スペクトルd 1メモリ50から分類スペクトルデータd 1iを読み出して、積算器56及び累積演算部58により内積演算

【数3】

スペクトルd 1メモリ50から分類スペクトルデータd 1iを読み出して、同様に内積演算

【数4】

ら輝度スペクトルデータd a<sup>n</sup> iを、また分類スペクトルd 2メモリ52から分類スペクトルデータd 2iを読み出して、内積演算

【数5】

クトルd 2メモリ52から分類スペクトルデータd 2iを読み出して、内積演算

【数6】

のときと同様に撮影し、輝度成分メモリ“A”40Aに輝度スペクトルd x i (但し、i = 1 ~ 5)を書き込む。

【0089】続いて、これと同じ撮影条件で、参照板Rを同様に撮影し、輝度成分メモリ“W”40Wに輝度スペクトルd w i (但し、i = 1 ~ 5)を書き込む。

【0090】そして、これら輝度成分メモリ“A”40A及び“W”40Wからデータを読み込んで、補正回路42で補正

れたデータのパワー値が正規化されるように

【数7】

$$dxi'' = dxi' / Cx \quad (\text{但し、} i = 1 \sim 5)$$

$$Cx = \sum_{i=1}^5 dxi'$$

【0091】を行い、輝度スペクトルメモリ“dta”44Aにスペクトルdxi'を書き込む。

【0092】ここで、分類演算部32では、切り替えス

$$tx1 = \sum_{i=1}^5 (dxi'' \times d1i)$$

【0094】を行い、tx1を分類判定部34の分類決定部66へ転送する。

【0095】次に、切り替えスイッチ“B”54をb側に切り替えて、輝度スペクトルメモリ“dta”44Aか

$$tx2 = \sum_{i=1}^5 (dxi'' \times d2i)$$

【0096】を行ない、tx2を分類決定部66へ転送する。

【0097】そして、分類決定部66は、分類境界メモリ“c1”64から分類境界を読み出して、このデータより、上記転送されてきた内積値tx1、tx2が分類境界のどちら側にあるかを判定し、分類結果を出力する。

【0098】ここまでの操作が、分類モードである。

【0099】以上のように、この先願の色分類装置では、光源のスペクトル特性の相違を除算器42<sub>1</sub>にて、また輝度の相違をパワー正規化回路42<sub>2</sub>にて補正するため、異なる光源についても良好な分類を行うことができる。

【0100】この際に、さらに図31の(B)に示すように、パワー正規化回路42<sub>2</sub>を用いているために、光源の輝度が変化する場合においても良好な分類を行なうことができる。

【0101】なお、光源のスペクトルが変化せずに、輝度のみが変化する場合には、除算回路42<sub>1</sub>は不要で、パワー正規化回路42<sub>2</sub>だけで良い。

【0102】また、回転色フィルタ12を用いた簡単な構成であるため、安価で機械的振動等にも頑健になる。

【0103】また、学習モードと分類モードを有することから、異なる分類目的にも容易に対応することができる。

【0104】さらに、図35に示すように、分類演算部32を、既に学習済みの分類スペクトルd1i、d2iを記憶する分類スペクトルd1、d2メモリ50、52の対とそれらを選択するための切り替えスイッチ“B”54との組を複数設け、それぞれの組の分類スペクトルd1、d2メモリ50、52に異なる学習済みの分類スベ

イッチ“A”46をa側に切り替え、分類判定部34では、切り替えスイッチ“C”60をa側に切り替える。

【0093】そして、分類演算部32の切り替えスイッチ“B”54をまずa側に切り替えて、輝度スペクトルメモリ“dta”44Aから輝度スペクトルdxi'を、また分類スペクトルd1メモリ50から分類スペクトルデータd1iを読み出して、積算器56及び累積演算部58により内積演算

【数8】

$$\dots (11)$$

ら輝度スペクトルdxi'を、また分類スペクトルd2メモリ52から分類スペクトルデータd2iを読み出して、内積演算

【数9】

$$\dots (12)$$

クトルを記憶しておき、各組を選択するための切り替えスイッチ“C'”68を利用するようにすれば、異なる分類目的にも瞬時に対応することができる。

【0105】なお、この例では回転色フィルタ12として、図28の(B)に示すように、円形のフィルタ12A～12Eを同一円上に配置した構成のものを用い、各フィルタで停止させるため各フィルタ毎にその位置を制御するようにしているが、図28の(C)に示すように、フィルタ12A～12Eを円弧状に構成し、それらを同一円上に配列してなる回転色フィルタ12を用いれば、各フィルタ毎に停止させ位置制御する必要がなくなり、常に動かし続けることができるので、より高速に分類処理を行なえる。

【0106】ただし、当然のことながら、この場合は、CCD14での露光のタイミングと回転色フィルタ12の回転のスピードとの同期をとる必要がある。

【0107】また、分類した結果は、分類されたクラスに応じて異なる色の画像として表示しても良いし、音声等で撮影者に知らせるようにしても良い。

【0108】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記特開平7-120324号公報に記載の先願による色分類装置では、用いる複数の光学バンドパスフィルタは対象物に応じて最適化されたものを用いるので、対象物が変更になったり、全く未知のものを対象とする場合には上記複数の光学バンドパスフィルタを交換しなければならず、汎用性という点で改善の余地があった。

【0109】なお、上記特開平7-120324号公報の先願では光源に応じて複数の光学バンドパスフィルタを交換する手段を持つ装置については開示しているが、様々な対象物に対するフィルタ交換手段については記載

されていない。

【0110】そこで、本発明は、以上のような点に鑑みてなされたもので、様々な対象物に適用可能な汎用性の高い色分類装置及び色分類方法を提供することを目的とする。

【0111】

【課題を解決するための手段】本発明によると、対象物からの光を撮像する撮像手段と、前記対象物からの光を前記撮像手段に結像させる光学手段と、前記対象物と撮像手段の間に配置されるそれぞれ異なる通過帯域を持つ複数の光学バンドパスフィルタと、前記複数の光学バンドパスフィルタを切り替える切り替え手段と、撮像された対象物の分光特性から統計的手法を用いた分類または判別を行うための演算処理手段とを有し、前記複数の光学バンドパスフィルタは、対象物の色を測定するための複数の測定用フィルタと、対象物に対して前記複数の測定用フィルタのうち何れのフィルタを適用すべきかを判定するための検査用フィルタとを含み、前記切り替え手段は前記検査用フィルタを用いて検出された結果に基づいて有効な前記測定用フィルタを切り替え選択することと特徴とする色分類装置が提供される。

【0112】また、本発明によると、光学系を介した対象物からの光を互いに異なる通過帯域を持つ複数の光学バンドパスフィルタを切替えながら通過させて撮像し、この撮像された対象物の分光特性から統計的手法によって当該対象物の分類又は判別を行なうようにした色分類方法において、前記対象物に係る分光特性を予め検査したのち、この結果に基づいて前記複数の光学バンドパスフィルタの中から所要の光学バンドパスフィルタを選択して分類又は判別を行なうようにしたことを特徴とする色分類方法が提供される。

【0113】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0114】本発明による色分類装置は、分類精度を向上させ、汎用性をもたせるために、異なる対象物に対して自動的に切換可能な回転色フィルタを複数セット備えている。

【0115】この色分類装置の基本的な構成は、図1に示す原理的な構成図に示すように、光学系1、複数の色フィルタ、フィルタ駆動モーターなどで構成されるフィルタ切替部100、撮像素子2、A/D変換器3、撮像素子駆動回路4、フレームメモリ5、コントロール部6、演算処理回路7、画像処理部8、表示部9である。

【0116】フィルタ切替部100の具体的な構成は各実施の形態に記載する。

【0117】ただし、回転色フィルタのフィルタ枚数は図示する枚数に限定する必要はなく、対象物に応じて変更することができる。

【0118】(第1の実施の形態) 先ず、第1の実施の

形態のフィルタ切替部100の構成について説明する。

【0119】この第1の実施の形態では、図2に示すような複数枚のフィルタで構成される回転色フィルタ101のセットが図示のようなターレット102にセッティングされている。

【0120】ただし、1つの回転色フィルタは対象物スペクトル検出用回転色フィルタ106となっている。

【0121】図2の(A)は横からみた図、図2の(B)は表からみた図、図2(C)は裏(撮像素子)側からみた図である。

【0122】各回転色フィルタ101、106はバンドパスフィルタで構成されており、その回転色フィルタ101の組み合わせは対象物に応じた組み合わせとなっている。

【0123】各回転色フィルタ101、106はその中心軸上でターレット102と連結し、さらにその先に歯車103が接続されていてこの歯車103が回転することにより回転色フィルタが回転するようになっている。

【0124】また、ターレット102は同一半径上に図2の(C)に示すような光通過用孔104が設けられ、さらに、ターレット102の初期位置を検出するための初期位置検出用孔105が設けられている。

【0125】そして、ターレット102の中心軸上には歯車107が連結される。

【0126】このような回転色フィルタ101、106を含むターレット102は図3に示すフィルタ切替部100の中に設置されている。

【0127】このフィルタ切替部100には、回転色フィルタ101を含むターレット102、初期位置検出用孔105を検出するためのフォトセンサ108があり、ターレット・回転色フィルタ駆動モーター109、そのモーターの回転軸上に歯車110が接続される。

【0128】このターレット・回転色フィルタ駆動モーター109はアクチュエーター111上にあり、これによりターレット・回転色フィルタ駆動モーター109は図3でターレット102の中心軸を含む上下方向に移動できるようになっている。

【0129】さらに、ターレット・回転色フィルタ駆動モーター109及びアクチュエーター111はコントロール部6により制御される。

【0130】また、フォトセンサからの信号はコントロール部6に送られる。

【0131】なお、歯車103、107、110のモジュールは一致しているものとする。

【0132】次に、以上のように構成された色分類装置による対象物の測定について、図23の(A)に示すフローチャートを参照して説明する。

【0133】先ず、測定の開始時にはターレット・回転色フィルタ駆動モーター109は図3の(A)に示すように回転色フィルタ101、106から伸びる歯車10

3と噛み合った状態になっている。

【0134】ここで、噛み合っている回転色フィルタは、対象物スペクトル検出用回転色フィルタ106である(ステップS1)。

【0135】この状態を初期状態と呼ぶ。

【0136】初期状態になっていないときは、コントロール部6からの命令により、アクチュエーター111でターレット・回転色フィルタ駆動モーター109を歯車107、110がかみ合う位置まで移動させる。

【0137】次に、図3の(B)に示すように、歯車107、110が噛み合った状態で、ターレット・回転色フィルタ駆動モーター109を駆動させることにより、ターレット102を、フォトセンサ108がターレット102の初期位置検出用孔105を検出するところまで回転させる。

【0138】これによって初期位置検出用孔105が検出されたら、アクチュエーター111でターレット・回転色フィルタ駆動モーター109を歯車103、110がかみ合う位置まで移動させる。

【0139】この状態で初期状態となる。

【0140】この初期状態でターレット・回転色フィルタ駆動モーター109を駆動させることにより、対象物スペクトル検出用回転色フィルタ106を回転させ測定を行なう(ステップS2)。

【0141】測定データは撮像素子2で検出されA/D変換器3、フレームメモリ5を経て演算処理回路7へ送られる。

【0142】この演算処理回路7はフレームメモリ5から送られてきた測定データから有効スペクトルを抽出して最適な回転色フィルタ101を決定し(ステップS3、S4)、この情報をコントロール部6に送る。

【0143】コントロール部6は、その回転色フィルタ101にセットさせるようにフィルタ切替部100に命令信号を送る。

【0144】コントロール部6からの命令により、アクチュエーター111はターレット・回転色フィルタ駆動モーター109を歯車107、110が噛み合う位置まで移動させる。

【0145】次に、図2の(B)に示すように、歯車107、110が噛み合った状態でターレット・回転色フィルタ駆動モーター109を駆動させることにより、ターレット102を回転させ、選択した回転色フィルタ101を所定の位置(図3の(A)の最下部)にセットする(ステップS5)。

【0146】このようにして回転色フィルタ101をセットしたら図3の(A)に示すように、アクチュエーター111でターレット・回転色フィルタ駆動モーター109を歯車103、110が噛み合う位置まで移動させた状態で対象物の測定を行なう(ステップS6)。

【0147】測定したデータは撮像素子2で検出されA

D変換後、フレームメモリ5に書き込まれ演算処理回路7で処理される(ステップS7、S8)。

【0148】このステップS7、S8における処理は、前述した先願の特開平7-120324号公報に開示されている処理と同様である。

【0149】以上のように第1の実施の形態によれば、対象物によって回転色フィルタ101を自動的に切替え選択することによって、対象物に最適な分光特性をもった色フィルタで測定できるので、分類精度が上がる。

【0150】さらに、回転色フィルタを取り外す必要がないので、フィルタ交換の手間が省ける。

【0151】なお、ターレット駆動モーター、回転色フィルタ駆動モーターと2つ用意せず、1つの駆動モーターで実現することもできる。

【0152】(第2の実施の形態)次に、第2の実施の形態によるフィルタ切替部100の構成について説明する。

【0153】この第2の実施の形態では、図4に示すような複数枚のフィルタで構成される回転色フィルタ121が図のようなターレット122にセッティングされている。

【0154】各回転色フィルタ121、ターレット122は歯車になっている。

【0155】図4の(A)は横からみた図、図4の(B)は表からみた図、図4の(C)は裏(撮像素子)側からみた図である。

【0156】各回転色フィルタはバンドパスフィルタで構成されており、その組み合わせは対象物に応じた組み合わせとなっている。

【0157】ただし、1つの回転色フィルタは対象物スペクトル検出用回転色フィルタ124となっている。

【0158】各回転色フィルタ121、124はその中心軸上でターレット122と連結している。

【0159】各回転色フィルタ121、124の径はそれらに設けられるフィルタ枚数に比例して変えられており、フィルタ枚数の異なる回転色フィルタで測定する場合でも回転色フィルタの回転数を変えなくてもいいようになっている。

【0160】また、ターレット122は同一半径上に図4の(c)に示すような光通過用孔125が設けられ、さらに、ターレット122の初期位置を検出するための初期位置検出用孔126が設けられている。

【0161】この回転色フィルタ121を含むターレット122は図5に示すフィルタ切替部100の中に設置されている。

【0162】その回転軸上に歯車129を含むターレット・回転色フィルタ駆動モーター127はアクチュエーター128上にあり、図5で左右方向に移動できるようになっている。

【0163】また、初期位置検出用孔126を検出する

ためのフォトセンサ130が設置されている。

【0164】なお、回転色フィルタ121、124の各歯車ターレット122の歯車及び歯車129の各モジュールは一致しているものとする。

【0165】次に、以上のように構成された色分類装置による対象物の測定について図23の(A)に示すフローチャートを参照して説明する。

【0166】まず、測定の開始時にはターレット・回転色フィルタ駆動モーター127は図5の(A)に示すように回転色フィルタの歯車と噛み合った状態になっている。

【0167】ここで、噛み合っている回転色フィルタは、対象物スペクトル検出用回転色フィルタ124である(ステップS1)。

【0168】この状態を初期状態と呼ぶ。

【0169】初期状態になっていないときは、コントロール部6からの命令により、アクチュエーター128でターレット・回転色フィルタ駆動モーター127を歯車129、ターレット122の歯車が噛み合う位置まで移動させる。

【0170】次に、図5(B)に示すように、ターレット122の歯車と歯車129とが噛み合った状態でターレット・回転色フィルタ駆動モーター127を駆動させることにより、ターレット122を、フォトセンサ130がターレット122の初期位置検出用孔125を検出するところまで回転させる。

【0171】これによって初期位置検出用孔125が検出されたら、アクチュエーター128でターレット・回転色フィルタ駆動モーター127を歯車129、回転色フィルタ124の歯車が噛み合う位置まで移動させる。

【0172】この状態を初期状態となる。

【0173】この初期状態でターレット・回転色フィルタ駆動モーター127を駆動させることにより、対象物スペクトル検出用回転色フィルタ124を回転させ測定を行なう(ステップS2)。

【0174】測定データは撮像素子2で検出されA/D変換器3、フレームメモリ5を経て演算処理回路7へ送られる。

【0175】この演算処理回路7はフレームメモリ5から送られてきた測定データから有効スペクトルを抽出して最適な回転色フィルタ121を決定し(ステップS3、S4)、この情報をコントロール部6に送る。

【0176】コントロール部6は、その回転色フィルタ121にセットさせるようにフィルタ切替部10に命令信号を送る。

【0177】コントロール部6からの命令により、アクチュエーター128でターレット・回転色フィルタ駆動モーター127を歯車129、ターレット122の歯車がかみ合う位置まで移動させる。

【0178】次に、図5の(B)に示すように、ターレ

ット122の歯車と歯車129とがかみ合った状態でターレット・回転色フィルタ駆動モーター127を駆動させ、ターレット122を回転させ、選択した回転色フィルタ121を所定の位置(図5の(A)の最下部)にセットする(ステップS5)。

【0179】このようにして回転色フィルタ121をセットしたら図5の(A)に示すように、アクチュエーター128でターレット・回転色フィルタ駆動モーター127を歯車129、回転色フィルタ121の歯車が噛み合う位置まで移動させた状態で対象物の測定を行なう(ステップS6)。

【0180】測定したデータは撮像素子2で検出されA/D変換後、フレームメモリ5に書き込まれ演算処理回路7で処理される(ステップS7、S8)。

【0181】このステップS7、S8における処理は、前述した先願の特開平7-120324号公報に開示されている処理と同様である。

【0182】以上のように第2の実施の形態によれば、対象物によって回転色フィルタ121を自動的に切替えることによって、対象物に最適な分光特性をもった色フィルタで測定することができるので、分類精度が上がる。

【0183】さらに、回転色フィルタを取り外す必要がないので、フィルタ交換の手間が省ける。

【0184】なお、ターレット駆動モーター、回転色フィルタ駆動モーターと2つ用意せず、1つの駆動モーターで実現することもできる。

【0185】また、フィルタの枚数によって各回転色フィルタ121の径を変えているため、異なる回転色フィルタで測定する場合も駆動モーターの回転数を変えることなく測定を行うことができる。

【0186】次に、第2の実施の形態の変形例として、ターレットが歯車でない場合について図6及び図7を用いて説明する。

【0187】図6に示すような複数枚のフィルタで構成される回転色フィルタ131が図示のようなターレット132にセッティングされている。

【0188】図6の(A)は横からみた図、図6の(B)は表からみた図、図6の(C)は裏(撮像素子)側からみた図である。

【0189】各回転色フィルタはバンドパスフィルタで構成されておりその組み合わせは対象物に応じた組み合わせとなっている。

【0190】ただし、1つの回転色フィルタは対象物スペクトル検出用回転色フィルタ134となっている。

【0191】各回転色フィルタ131、134はその中心軸上でターレット132と連結している。

【0192】また、ターレット132は同一半径上に図に示すような光通過用孔135、ターレットの初期位置を検出するための初期位置検出用孔136が設けられて

いる。

【0193】この回転色フィルタ131を含むターレット132は図7に示すフィルタ切替部100の中に設置されている。

【0194】ターレット駆動モーター137の回転軸はターレットの中心軸と直結しており、ターレット駆動モーター137によりターレット132が回転するようになっている。

【0195】また、回転色フィルタ駆動モーター139の回転軸上には歯車140が接続されている。

【0196】各回転色フィルタ131、134の径はそれらに設けられるフィルタ枚数に比例して変えられており、フィルタ枚数の異なる回転色フィルタで測定する場合でも回転色フィルタの回転数を変えなくても良いようになっている。

【0197】この歯車140と回転色フィルタ131、134の歯車のモジュールは一致している。

【0198】次に、以上のように構成された色分類装置による対象物の測定について図23の(A)に示すフローチャートを参照して説明する。

【0199】まず、測定の開始時には回転色フィルタ駆動モーター139は図7の(A)に示すように回転色フィルタの歯車と噛み合った状態になっている。

【0200】ここで、噛み合っている回転色フィルタは、対象物スペクトル検出用回転色フィルタ134である(ステップS1)。

【0201】この状態を初期状態と呼ぶ。

【0202】初期状態になっていないときは、コントロール部6からの命令により、ターレット駆動モーター137がターレット132を対象物スペクトル検出用回転色フィルタ134が所定の位置(図7の(A)の最下部)に来るまで回転させる。

【0203】これはフォトセンサ138が初期位置検出用孔135を検出するところである。

【0204】この状態で初期状態となる。

【0205】この初期状態で回転色フィルタ駆動モーター139を駆動させることにより、対象物スペクトル検出用回転色フィルタ134を回転させ測定を行なう(ステップS2)。

【0206】測定データは撮像素子2で検出されA/D変換器3、フレームメモリ5を経て演算処理回路7へ送られる。

【0207】この演算処理回路7はフレームメモリ5から送られてきた測定データから最適な回転色フィルタ131を決定し、この情報をコントロール部6に送る(ステップS3、S4)。

【0208】コントロール部6は、その回転色フィルタにセットさせるようにフィルタ切替部100に信号を送る。

【0209】コントロール部6からの命令により、ター

レット駆動モーター137を駆動しターレット132を回転させ、選択した回転色フィルタ131を所定の位置(図7の(A)の最下部)にセットする(ステップS5)。

【0210】このようにして回転色フィルタ131をセットしたら図7の(A)に示すように歯車140と選択した回転色フィルタ131の歯車が噛み合った状態になっている。

【0211】この状態で測定を行なう(ステップS6)。

【0212】測定したデータは撮像素子2で検出されA/D変換後、フレームメモリ5に書き込まれ演算処理回路7で処理される(ステップS7、S8)。

【0213】この後の処理は前述した先願の特開平7-120324号公報に開示されている処理と同様である。

【0214】以上のように第2の実施の形態の変形例によれば、対象物によって回転色フィルタ131を自動的に切替えることによって、対象物に最適な分光特性をもったフィルタで測定することができるので、分類精度が上がる。

【0215】さらに、回転色フィルタを取り外す必要がないので、フィルタ交換の手間が省ける。

【0216】また、駆動モーターを移動させる必要がないと共に、フィルタの枚数によって回転色フィルタの径を変えているため、異なる回転色フィルタで測定する場合も駆動モーターの回転数を変えることなく測定を行うことができる。

【0217】(第3の実施の形態)次に、第3の実施の形態によるフィルタ切替部100の構成について説明する。

【0218】この第3の実施の形態では、図8に示すような回転色フィルタ150がある。

【0219】この回転色フィルタ150には多数枚のフィルタ150aがセットされている。

【0220】回転色フィルタ150の中心からそれぞれ所定の距離をとる同一半径の円周上毎に各対象物に最適なフィルタセットが用意されている。

【0221】一番外側のフィルタ150a群は対象物スペクトル検出用フィルタセットとなっている。

【0222】つまり、この回転色フィルタ150を回転する場合、撮像素子2と回転色フィルタ150の中心軸からの距離を変えることでフィルタセットを変えるようになっている。

【0223】また、そのフィルタセットの枚数は同じでなくてもよい。

【0224】この回転色フィルタは図9に示すようにフィルタ切替部100内に設置されている。

【0225】回転色フィルタ150はその中心軸151が回転色フィルタ駆動モーター152の回転軸と直結し

ていて、この駆動モーター152により回転するようになっている。

【0226】また第1及び第2実施の形態ではフィルタ切替部100の外部にあった撮像素子2がアクチュエーター153上にあり、図9中では上下方向に動くようになっている。

【0227】次に、以上のように構成された色分類装置による対象物の測定について図23の(B)に示すフローチャートを参照して説明する。

【0228】まず、撮像素子2はアクチュエーター153により最下部にセットされている(ステップS1A)。

【0229】この状態を初期状態とよぶ。

【0230】初期状態でないときは、コントロール部6によりアクチュエーター153を制御して撮像素子2を最下部にセットする。

【0231】この状態で回転色フィルタ駆動モーター152により回転色フィルタ150を回転させ、測定する(ステップS2)。

【0232】撮影した光は光学系1、フィルタ150aを透過して撮像素子2で検出される。

【0233】光学系1はそれぞれのフィルタセットに応じたレンズ群が用意されている。

【0234】測定データは撮像素子2で検出されA/D変換器3、フレームメモリ5を経て演算処理回路7へ送られる。

【0235】この演算処理回路7はフレームメモリ5から送られてきた測定データから最適なフィルタセット(回転色フィルタの中心軸からの距離)を決定し、この情報をコントロール部6に送る(ステップS3、S4A)。

【0236】コントロール部6はそのフィルタセットになるようフィルタ切替部100に命令信号を送る。

【0237】この命令信号によりアクチュエーター153を制御し、撮像素子2を所定の位置にセットする(ステップS5A)。

【0238】この状態で測定を行なう(ステップS6)。

【0239】測定したデータは撮像素子2で検出されA/D変換後、フレームメモリ5に書き込まれ演算処理回路7で処理される(ステップS7、S8)。

【0240】この後の処理は前述した先願の特開平7-120324号公報に開示されている処理と同様である。

【0241】なお、以上において撮像素子2を固定して回転色フィルタ駆動モーターを移動させることでフィルタセットを変えるように構成することもできる。

【0242】この場合、図10に示すように、回転色フィルタ150はその中心軸151が回転色フィルタ駆動モーター152の回転軸と直結して、この駆動モ-

ター152により回転するようになっている。

【0243】この駆動モーター152はアクチュエーター154上にあり、図10中では上下方向に動くようになっている、この駆動モーター152とともに回転色フィルタ150も図10中で上下方向に移動することができるようになっている。

【0244】次に、以上のように構成された色分類装置による対象物の測定について図23の(B)に示すフローチャートを参照して説明する。

【0245】まず、回転色フィルタ駆動モーター152はアクチュエーター154により最上部のスペクトル検出用にセットされている(ステップS1A)この状態を初期状態とよぶ。

【0246】初期状態でないときは、コントロール部6によりアクチュエーター154を制御して回転色フィルタ駆動モーター152を最上部にセットする。

【0247】この状態で回転色フィルタ駆動モーター152により回転色フィルタを回転させ、対象物を測定する(ステップS2)。

【0248】撮影した光は光学系1、フィルタ150aを透過して撮像素子2で検出される。

【0249】測定データは撮像素子2で検出されA/D変換器3、フレームメモリ5を経て演算処理回路7へ送られる。

【0250】この演算処理回路7はフレームメモリ5から送られてきた測定データから有効スペクトルを抽出して最適なフィルタセット(回転色フィルタの中心軸からの距離)を決定し(ステップS3、S4A)、この情報をコントロール部6へ送る。

【0251】コントロール部6はそのフィルタセットになるようフィルタ切替部100に信号を送る。

【0252】この信号によりアクチュエーター154を制御し、回転色フィルタ駆動モーター152を所定の位置にして測定用にセットし(ステップS5A)、この状態で対象物の測定を行なう(ステップS6)。

【0253】この後の処理は前述した先願の特開平7-120324号公報に開示されている処理と同様である(ステップS7、S8)。

【0254】以上のように第3の実施の形態によれば、対象物によってフィルタセットを自動的に切替えることによって、対象物に最適な分光特性をもったフィルタで測定することができるので、分類精度がある。

【0255】さらに、回転色フィルタを取り外す必要がないので、フィルタ交換の手間が省けると共に、枚数の違う異なるフィルタセットについても同一回転色フィルタ上にセットできる。

【0256】(第4の実施の形態)次に、第4の実施の形態によるフィルタ切替部100の構成について説明する。

【0257】この第4の実施の形態では、図11に示す

ように各回転色フィルタ161は収納マガジン162に納められている。

【0258】この収納マガジン162は図11に示されるようになっている。

【0259】図11の(A)は正面から見た図、図11の(B)回転色フィルタ161を示す図である。

【0260】収納マガジン162の上下の内壁には図示しない複数の溝があり、この各溝に複数の回転色フィルタ161が収納されている。

【0261】収納マガジン162の上部には歯型162aがあり、そのモジュールは収納マガジン移動用歯車164のモジュールと一致している。

【0262】この収納マガジン移動用歯車164が回転することにより、収納マガジン162が移動する。

【0263】また、収納マガジン162の側面には回転色フィルタ取り出し口163がある。収納マガジン162の外側には回転色フィルタ161を収納マガジン162から取り出すための図示のような形態で伸縮可能なアーム165-a, bが両側にあり、さらにそのアーム165-a, bはアクチュエーター166-a, bで制御される。

【0264】つまり、このアーム165-a, bを使って回転色フィルタ161を収納マガジン162から取り出したり、収納したりするようになっている。

【0265】さらに、アーム165-a, bの先端は回転色フィルタ161を抑えるための円弧状の溝165-c, dが設置されている。

【0266】これら収納マガジン162を含むフィルタ切替部100の構成について図12を用いて説明する。

【0267】収納マガジン162とその周辺は図12に示すようになっている、マガジン選択駆動部167が収納マガジン移動用歯車164と接続され、また回転色フィルタ駆動モーター168の回転軸上に歯車169が接続されている。

【0268】マガジン選択駆動部167、回転色フィルタ駆動モーター168はコントロール部6からの信号により制御される。

【0269】次に、以上のように構成された色分類装置による対象物の測定について図23の(A)に示すフローチャートを参照して説明する。

【0270】まず、マガジン選択駆動部167により対象物スペクトル検出用の回転色フィルタ169が取り出し口163に対応するように収納マガジン162を移動させ、その状態でアーム165を用いて対象物スペクトル検出用の回転色フィルタ161を収納マガジン162から取り出す(図12の(B)の状態)。

【0271】この状態では回転色フィルタ161の中心軸上にある歯車170が回転色フィルタ駆動モーター168の歯車169と噛み合った状態になっている。

【0272】これらの各歯車のモジュールは一致してい

るものとする。

【0273】この初期状態で回転色フィルタ駆動モーター168により回転色フィルタ161を回転させて対象物を測定する(ステップS1, S2)。

【0274】測定データは撮像素子2で検出されA/D変換器3、フレームメモリ5を経て演算処理回路7へ送られる。

【0275】この演算処理回路7はフレームメモリ5から送られてきた測定データから有効スペクトルを抽出して最適な回転色フィルタ161を決定し(ステップS3, S4)、この情報をコントロール部6へ送り、その回転色フィルタ161を取り出すようにフィルタ切替部100に信号を送る。

【0276】この信号により、アクチュエーター166-a, b、マガジン選択駆動部167を制御し、対象物スペクトル検出用の回転色フィルタ169を収納マガジン162に収納した後、選択した回転色フィルタ161を収納マガジン162から上述と同様な手順で取り出して、対象物を測定する(ステップS5, S6)。

【0277】この後の処理は前述した先願の特開平07-120324号公報に開示されている処理と同様である(ステップS7, S8)。

【0278】以上のように、第4の実施の形態によれば対象物によって回転色フィルタを自動的に切替えることによって対象物に最適な分光特性をもったフィルタで測定することができるので分類精度が上がる。

【0279】さらに、回転色フィルタを取り外す必要がないので、フィルタ交換の手間が省けると共に、第1の実施の形態のように、ターレットを使わないので装置が小型となる。

【0280】(第5の実施の形態)次に、第5の実施の形態によるフィルタ切替部100の構成について図13を参照して説明する。

【0281】第5の実施の形態では、第4の実施の形態の回転色フィルタ161を1枚のフィルタ161Aに置き換えたもので、収納マガジン162の構成は第4の実施の形態とほぼ同じである。

【0282】ただし、1枚の回転色フィルタ161が1枚のフィルタ161Aに置き換わるため小型となる。

【0283】次に、以上のように構成された色分類装置による対象物の測定について図24の(A)に示すフローチャートを参照して説明する。

【0284】コントロール部6によりマガジン選択駆動部180及びアクチュエーター166-a, bを制御することにより、フィルタ161Aを収納マガジン162から取り出す。

【0285】そして、取り出したフィルタ161Aを用いて対象物を撮影する。

【0286】これを設定したフィルタのセットについて行って、対象物の測定を終える(ステップS11~S1



5)。

【0287】先ず、収納マガジン162にセットされているフィルタから対象物検出用のフィルタを1枚ずつ取り出し、測定を行なう。

【0288】測定データは撮像素子2で検出されA/D変換器3、フレームメモリ5を経て演算処理回路7へ送られる。

【0289】この演算処理回路7はフレームメモリ5から送られてきた測定データから有効スペクトルを抽出して最適なフィルタを決定し(ステップS16、S17)、この情報をコントロール部6へ送る。コントロール部6はそのフィルタになるようフィルタ切替部100に信号を送る。

【0290】この信号により、アクチュエーター166-a、b、マガジン選振駆動部180を制御し、対象物検出用フィルタのセットを収納マガジン162に収納し、設定したフィルタセットについて1枚ずつ取り出し、対象物を測定する(ステップS18~S22)。

【0291】この後の処理は前述した先願の特開平7-120324号公報に開示されている処理と同様である(ステップS23、S24)。

【0292】なお、図24の(A)に示すフローチャートはスペクトル検出に必要なフィルタ枚数をnとし、又、その変数をiとするときのものである(以下、同様)。

【0293】以上のように、第5の実施の形態によれば対象物によってフィルタの組み合わせを自動的に切替えることによって対象物に最適な分光特性をもったフィルタで測定することができるので、分類精度が上がる。

【0294】また、枚数の違う異なるフィルタセット、未知の対象物についても適用できると共に、第1の実施の形態のようにターゲットを使わないので装置が小型となる。

【0295】(第6の実施の形態)次に、第6の実施の形態による色分類装置の構成について、図14を参照して説明する。

【0296】この第6の実施の形態では、光学系1と、その結像位置にある撮像素子2、その間にある回転色フィルタ605、604、この回転色フィルタを固定する留め具603、回転色フィルタを回転させるモーター602、モーターを駆動するためのモーター駆動回路601、固体撮像素子2に駆動する撮像素子駆動回路4、撮像素子からの画像信号をデジタルに変換するA/D変換器3、A/D変換器3からの信号を記憶するフレームメモリ5、フレームメモリ5からの信号を分類または判別処理する演算処理部7、フレームメモリ5からの信号を、演算処理部7の結果に応じて適当な画像処理を施す画像処理部8、撮像素子2からの画像信号と演算処理部7からの演算結果とを合成する表示部9、および各部を制御するコントロール部6とから構成される。

【0297】以上における回転色フィルタ604、605について、図15の(A)、(B)により説明する。

【0298】回転色フィルタ604は透過光波長の異なる光学フィルタ611~616が取り付けられ、中心には穴がけられている。

【0299】回転色フィルタ605も同様に光学フィルタ621~626が取り付けられ、中心には穴がけられており、さらに穴の周辺は円筒状に突出している。

【0300】回転色フィルタ605の穴はモーター602の軸に取り付けるための穴であり、回転色フィルタ604の中心の穴は回転色フィルタ605の突出した円筒部に取り付けるためのものである。

【0301】そして、図15の(C)に示すように、回転色フィルタ604は留め具603により回転色フィルタ605と同軸の状態に取り付けられる。

【0302】この取付は、回転色フィルタ605の円筒部と留め具603にネジを施しておいて留め具603にて回転色フィルタ604を締め付けるような構成としてもよいし、留め具603と回転色フィルタ604、605をネジ止めしても良い。

【0303】回転色フィルタ604の光学フィルタ611~616が回転色フィルタ605の光学フィルタ621~626に対応するような位置にて固定する。

【0304】このようにして組み立てられた回転色フィルタ605、604は固体撮像素子2の前で回転し、回転色フィルタ605、604に取り付けられた光学フィルタ611~616、621~626の組み合わせによって得られる特性のスペクトルを持った画像信号が固体撮像素子2に結像する。

【0305】結像した画像から得られる信号は前述した各実施の形態と同様に処理され、結果が表示部9に表示される。

【0306】ここで、回転色フィルタ604および605に用いる光学フィルタについて、図16を参照して説明を加える。

【0307】回転色フィルタ604の光学フィルタ611としては特性曲線631で表される短波長カットフィルタを、同様に光学フィルタ612は特性632、光学フィルタ613は特性633、光学フィルタ614は特性634、光学フィルタ615は特性635とし、光学フィルタ616は素通しのガラスを用いる(図16の(A))。

【0308】同様に、回転色フィルタ605の光学フィルタ621としては、光学フィルタ621は特性636で表される長波長カットフィルタを、光学フィルタ622は特性637、光学フィルタ623は特性638、光学フィルタ624は特性639、光学フィルタ625は特性640、光学フィルタ626は素通しのガラスを用いる(図16の(B))。

【0309】このようなフィルタを用いて、フィルタ6

11とフィルタ621とが同じ位置になるように回転色フィルタ604と605を固定すると、特性曲線641～645のスペクトルを持つ画像が得られる。

【0310】フィルタ611とフィルタ622とを同じ位置にすると、曲線650、648、647、652、635、636のスペクトル、フィルタ611とフィルタ623とを同じ位置にすると、曲線646、651、649、634、637のスペクトル、フィルタ611とフィルタ624とを同じ位置にすると、曲線653、656、633、638のスペクトルを持つ画像データを得ることができる。

【0311】このように2枚のフィルタを組み合わせることで多種多様のスペクトル特性を持つ画像データを得ることができる(図16の(C)～(H))。

【0312】この場合、10枚のフィルタの組み合わせで最大24通りのスペクトル特性が得られる。

【0313】なお、この第6の実施の形態による測定フローは図24の(B)に示すものであって、図24の(A)に準じたものとなる。

【0314】以上のように第6の実施の形態によれば、回転色フィルタ604、605に装着する光学フィルタに関しては、短波長カットフィルタおよび長波長カットフィルタを用いたが、特定の波長域のみを透過するバンドパスフィルタ、また、いくつかの特定の波長域を透過するような特殊なバンドパスフィルタを用いることにより、さらに多種のスペクトル特性を実現することができる。

【0315】また、ここでは回転色フィルタに取り付けるフィルタを6枚としたが、より多くのフィルタを取り付けることで、さらに多種のスペクトル特性を得ることができる。

【0316】なお、フィルタ枚数を減らせば撮像に要する時間を短くできることはいうまでもない。

【0317】(第7の実施の形態)次に、第7の実施の形態による色分類装置の構成について、図17を参照して説明する。

【0318】この第7の実施の形態では、第6の実施の形態におけるモーター駆動回路601、モーター602、回転色フィルタ604、605、留め具603の代わりに、モーター駆動回路701、モーター702、回転色フィルタ703、モーター駆動回路705、モーター706、回転色フィルタ707、を具備する。

【0319】モーター702、706は撮像素子2の両脇に位置し、それぞれ回転色フィルタ703および707を回転駆動する。

【0320】光学系1を通った光は回転色フィルタ707、703を通過して撮像素子2に結像する。

【0321】結像した画像のデータは前述した各実施の形態と同様に処理される。

【0322】回転色フィルタ703、707は図5の

(B)に示した回転色フィルタ605と概ね同じ物である。

【0323】回転色フィルタ703と707はそれぞれモーター702と706によって独立に回転させることができる。

【0324】これらのモーターの回転角を制御することで、各々6枚のフィルタから任意の2枚のフィルタを組み合わせて用いることができる。

【0325】各回転色フィルタに装着する光学フィルタについては、第6の実施の形態で述べたように短波長カットフィルタ、長波長カットフィルタ、バンドパスフィルタを最適な組み合わせで用いることができる。

【0326】なお、この第7の実施の形態の測定フローは図24の(A)に示すように、第6の実施の形態と同様である。

【0327】この第7の実施の形態によれば、モーターを2個用いて、各フィルタを独立に回転させる構成としたことにより、回転フィルタを組み直すことなしに、多様なスペクトル特性を得ることができ、汎用に際し、より便利である。

【0328】次に、モーターを2つ用いる場合の変形例を図18により説明する。

【0329】なお、図18の(A)は装置を上から見た図であり、図18の(B)はそれの要部を横から見た図である。

【0330】本変形例では、モーター702は歯車712、714を介して回転色フィルタ723を回転させ、モーター706は歯車713、711を介して回転色フィルタ727を回転させる構成とする。

【0331】回転色フィルタ723はの中心部は中空の軸となっており筐体に回転を妨げないよう取り付けられ、ギア714が取り付けられている。

【0332】その中空の軸の中を回転色フィルタ727の軸が通っており、この軸にはギア711が取り付けられている。

【0333】つまり、回転色フィルタ727と723は同軸に配され、かつ独立に回転させることができる。

【0334】以上のように、第7の実施の形態によれば、モーター2個を用いて、各フィルタを独立に回転させる構成としたことにより、回転フィルタを組み直すことなしに、多様なスペクトル特性を得ることができ、汎用に際し、より便利であると共に、回転色フィルタを2枚用いても、1枚のときと同程度に小型化することができる。

【0335】(第8の実施の形態)次に、第8の実施の形態による色分類装置の構成について、図19に示す構成図及び図25の(A)に示すフローチャートを参照して説明する。

【0336】この第8の実施の形態では、光学系1からの撮影光の光路を分割する光路分割プリズム804と、

これにより分割されたそれぞれの撮影光が結像する固体撮像素子2a、2b、2cと、その各々と光路分割プリズム804の間で回転する回転色フィルタ803a、803b、803cと、その各々を回転駆動するモーター802a、802b、802cとモーター駆動回路801a、801b、801c、各固体撮像素子2a、2b、2cに接続したA/D変換器3a、3b、3cを持つことが特徴であり、A/D変換器3a、3b、3cの出力はフレームメモリ5に送られたのち、前述した各実施の形態と同様に処理される（ステップS21～S29）。

【0337】なお、光路分割プリズム804は最初の反射面で30パーセントの光量を反射し、次の反射面では50パーセントの光量を反射するものとする。

【0338】回転色フィルタ803a、803b、803cには、それぞれ異なる波長域を通過させる光学フィルタが前述した第4の実施の形態の回転色フィルタ605のように装着される。

【0339】そして、各回転色フィルタに6枚の光学フィルタを装着すると、18通りのスペクトル特性が得られる。

【0340】光学フィルタ3枚で測定できるものであれば、その3枚の光学フィルタをそれぞれ別々の回転色フィルタ803に装着し、各モーターを制御してその3枚の光学フィルタを各固体撮像素子2の直にセットすれば1ショットで画像撮影ができる。

【0341】以上のように、第8の実施の形態によれば、固体撮像素子を複数用いることにより、入力時間を短くすることができる。

【0342】なお、光路分割プリズム804は3板式カラーカメラに用いられているようなダイクロイックプリズムを用いてRGB3色に色分解した後に回転色フィルタ803を通るようにしてもよい。

【0343】この際、各回転色フィルタに装着される光学フィルタ6枚のうち、1枚は赤外線（又は赤外線カット）のガラスとすれば、そのガラスがセットされているときは通常のRGBカラー画像を得ることができる。

【0344】次に、図20の（A）を参照して、第8の実施の形態における回転色フィルタ803の代わりに光学フィルタ831～836を格納したフィルタマガジン812を用いる変形例について説明する。

【0345】すなわち、この変形例には、フィルタマガジン812a、812b、812cと、これを駆動するマガジン駆動部811a、811b、811cと、を具備する。

【0346】各フィルタマガジンは図20の（B）に示すように光学フィルタ831～836を格納し、図示しないアクチュエーターで図の右方向に移動する。

【0347】任意のフィルタの位置で止め、図20の（C）に示すようにフレームS21を図示しないアクチュ

エーターで図の上下方向に移動させることにより、撮像素子と光路分割プリズム804の間に任意のフィルタを挿入させることができる。

【0348】（第9の実施の形態）次に、第9の実施の形態による色分類装置について、図21の（A）に示す構成図及び図25（B）に示すフローチャートを参照して説明する。

【0349】この第9の実施の形態では、第8の実施の形態と同様に3つの撮像素子を持ち、通常の3板式カラーカメラでダイクロイックプリズムが配置される部分にはフィルタカートリッジ902が配される。

【0350】このフィルタカートリッジ902を駆動するカートリッジ駆動部901と、後述する帯域可変光学フィルタ904を制御するフィルタ制御部903を持つ。

【0351】フィルタカートリッジ902を上から見た図を図21の（B）に示す。

【0352】フィルタカートリッジ902はダイクロイックプリズム905と帯域可変光学フィルタ904を搭載し図示しないアクチュエーターで図の上下方向に移動する（図21の（A）においては、紙面の法線方向に移動する）。

【0353】通常のモニタリング時はダイクロイックプリズム905がセットされ、RGBカラー画像信号が出力される。

【0354】また、色の違いが比較的大きい対象物の色判別や分類を行う場合には、このRGBの信号を処理することによって、測定することができる。

【0355】分類または判別等の精度を上げたい場合、カートリッジ駆動部901に信号を送りカートリッジを帯域可変光学フィルタ904側にセットする（この際、撮像素子2aおよび2cからの信号は無効となる。）フィルタ制御部903に信号を送り、帯域可変光学フィルタ904の通過帯域を所望の値にセットし撮像する。

【0356】このようにして、通過帯域特性を順次変化させて必要なスペクトルのデータを得ることができる。

【0357】なお、この第9の実施の形態の測定フローは図25の（B）及び図26の（A）に示すフローチャートにより、処理される。

【0358】以上のような第9の実施の形態によれば、モニタリング時や、比較的容易な色判別の際に自然のカラー画像が得られるので、違和感が無いと共に、RGBカラーカメラとしても使用することができる。

【0359】（第10の実施の形態）この第10の実施の形態による色分類装置は、図22に示すように、前述した第8の実施の形態における光路分割プリズム804と光学系1の間に回転色フィルタ1003を配置し、これを駆動するモーター1001、モーター駆動回路1002を具備する以外は第8の実施の形態と同じ構成である。

【0360】回転色フィルタ1003に装着される光学色フィルタとしては図16に示す特性631~635のような短波長カットフィルタとし、回転色フィルタ803a, 803b, 803cには様々な長波長カットフィルタを装着する。

【0361】なお、この第10の実施の形態の測定フローは図26の(B)に示すフローチャートによって処理される。

【0362】以上のように、第10の実施の形態によれば、回転色フィルタ1003, 803a, 803b, 803cをそれぞれ独立に回転させて所定の回転角度に制御することにより、多種多様なスペクトル特性の画像を得ることができる。

【0363】以上のような本発明によれば、以下のような構成が得られる。

【0364】(1)対象物からの光を撮像する撮像手段と、前記対象物からの光を前記撮像手段に結像させる光学手段と、前記対象物と撮像手段の間に配置されるそれぞれ異なる通過帯域を持つ複数の光学バンドパスフィルタと、前記複数の光学バンドパスフィルタを切り替える切り替え手段と、撮像された対象物の分光特性から統計的手法を用いた分類または判別を行うための演算処理手段とを有し、前記複数の光学バンドパスフィルタは、対象物の色を測定するための複数の測定用フィルタと、対象物に対して前記複数の測定用フィルタのうち何れのフィルタを適用すべきかを判定するための検査用フィルタとを含み、前記切り替え手段は前記検査用フィルタを用いて検出された結果に基づいて有効な前記測定用フィルタを切り替え選択することを特徴とする色分類装置。

【0365】これによれば、測定対象を一つに限定せず、より汎用的に用いることが可能となり、対象物に対して最適なフィルタを用いて測定するので分類精度が向上する。

【0366】(2)前記複数の光学バンドパスフィルタは一又は複数のフィルタを有する複数のフィルタセットからなり、前記切り替え手段は、前記一つのフィルタセットの中の光学バンドパスフィルタを切り替えるフィルタ切り替え手段と、前記複数のフィルタセットを切り替えるフィルタセット切り替え手段を具備することを特徴とする(1)に記載の色分類装置。

【0367】これによれば、対象物の変更に対するフィルタセットの変更が容易である。

【0368】(3)前記フィルタセットは各々、光学バンドパスフィルタを円周上に並べた回転フィルタからなり、前記フィルタセット切り替え手段は前記回転フィルタを複数個円周上に並べたターレットとすることを特徴とする(2)に記載の色分類装置。

【0369】これによれば、ターレットと回転フィルタはどちらも回転角を制御すればよいので制御部を兼用し簡略化できる。

【0370】(4)前記回転フィルタは各々が、回転中心に対してその外周に結合部を有する歯車体であることを特徴とする(3)に記載の色分類装置。

【0371】これによれば、異なる光学バンドパスフィルタの枚数が異なり、径の異なる回転色フィルタを用いても光学バンドパスフィルタ切替の際に駆動モーターの回転角度を変化させなくてもよい。

【0372】(5)前記フィルタ切り替え手段のターレットは回転中心に対してその外周に結合部を有する歯車体であることを特徴とする(4)に記載の色分類装置。

【0373】これによれば、ターレット駆動のモーターと回転色フィルタ駆動のモーターを兼用することが可能となり、構成を簡略化できる。

【0374】(6)前記複数のフィルタセットにおいて、ある一つのフィルタセットの光学バンドパスフィルタが円周上に並べられ、他の一つのフィルタセットの光学バンドパスフィルタは前記円周とは径の異なる同心円周上に並べられる回転フィルタを有し、前記フィルタセット切り替え手段は前記回転フィルタの中心軸と前記光学系の光軸との距離を変位可能に切り替えることを特徴とする(2)に記載の色分類装置。

【0375】これによれば、枚数の異なるフィルタセットでも回転色フィルタ1枚ですむので、構成を簡略化できる。

【0376】(7)前記フィルタセットは各々、光学バンドパスフィルタを円周上に並べた回転フィルタからなり、前記フィルタセット切り替え手段は、前記回転フィルタを複数収納し、出し入れすることのできる回転フィルタ収納手段と、前記回転フィルタ収納手段を移動させるための回転フィルタ収納移動手段と、前記フィルタセット収納手段から前記複数のフィルタセットのうちの1枚を前記光学系の所定の位置に移動させるための回転フィルタ移動手段とを具備することを特徴とすることを特徴とする(2)に記載の色分類装置。

【0377】これによれば、ターレットを用いないので、小型化できる。

【0378】(8)前記切り替え手段は、前記複数の光学バンドパスフィルタを収納する収納手段と、前記収納手段を移動させる、第1の移動手段と、前記収納手段から前記複数の光学バンドパスフィルタのうちの1枚を前記光学系の光軸の所定の位置に移動させるための第2の移動手段を具備することを特徴とする(1)に記載の色分類装置。

【0379】これによれば、全体が小型化できる。使用する光学バンドパスフィルタの種類を増やすのが容易。また、フィルタセットに含まれる光学フィルタの枚数について制限がほとんど無い。

【0380】(9)前記複数の光学バンドパスフィルタは、複数の異なる帯域特性をもつ光学フィルタを2枚以上光軸方向に重畳して組み合わせるフィルタ組み合わせ手段

により実現することを特徴とする(1)に記載の色分類装置。

【0381】これによれば、少数の光学フィルタで多数の光学バンドパス特性を得ることができる。

【0382】(10)前記フィルタ組み合わせ手段は、複数の回転色フィルタの回転角度を互いに独立に制御することを特徴とする(9)に記載の色分類装置。

【0383】これによれば、複数の回転色フィルタに装着されている光学フィルタの組み合わせを任意に変更し、希望の帯域特性を得ることができる。

【0384】(11)前記光学系は対象物からの光束を複数方向に分岐させるプリズムを含み、前記撮像素子は複数個用いられ、前記分岐された対象物からの光を結像する位置の一つずつ配置され、前記切替手段は前記プリズムと前記複数の撮像素子の間において光学バンドパスフィルタが切替られる複数の切替手段であることを特徴とする(1)に記載の色分類装置。

【0385】これによれば、複数の撮像素子にて異なる帯域特性の情報を同時に得ることができ、測定のための撮像時間が短くすることができ高速な測定が可能となる。

【0386】(12)前記光学系は対象物からの光を波長に応じて複数方向に分岐させるダイクロイックプリズムを含み、前記撮像素子は複数個用いられ、前記分岐された対象物からの光を結像する位置の一つずつ配置され、前記切替手段は前記ダイクロイックプリズムと前記複数の撮像素子の間において光学バンドパスフィルタが切替られる複数の切替手段であり、前記フィルタ組み合わせ手段は、前記ダイクロイックプリズムのダイクロイックフィルタと、前記切替手段によって切り替えられる光学バンドパスフィルタとの組み合わせにより複数の異なる帯域特性をもつ光学フィルタを実現することを特徴とする(1)に記載の色分類装置。

【0387】これによれば、光学バンドパスフィルタを切り替えて、通常のRGBカラー画像信号を出力することができる。

【0388】(13)前記光学系は対象物からの光を波長に応じて複数方向に分岐させるダイクロイックプリズムを含み、前記撮像素子は複数個用いられ、前記分岐された対象物からの光を結像する位置の一つずつ配置され、前記複数の光学バンドパスフィルタは、前記ダイクロイックプリズムのダイクロイックフィルタおよび電気信号により通過帯域を決定されることのできる帯域可変光学フィルタを含み、前記切替手段は、前記ダイクロイックプリズムと前記帯域可変光学フィルタを装着したフィルタカートリッジと、前記フィルタカートリッジを移動させ前記ダイクロイックプリズムと前記帯域可変フィルタのどちらか一方を、前記結像位置に配置させるカートリッジ駆動手段とを備えることを特徴とする(1)に記載の色分類装置。

【0389】これによれば、対象物に応じて高速な測定と、精度の高い測定を自動的に選択することができる。

【0390】また、RGBカメラとしても使用することができる。

【0391】(14)前記光学系は対象物からの光束を複数方向に分岐させるプリズムを含み、前記撮像素子は複数個用いられ、前記分岐された対象物からの光を結像する位置の一つずつ配置され、前記切替手段は前記プリズムと前記対象物の間において光学バンドパスフィルタが切替られる第1の切替手段と、前記プリズムと前記複数の撮像素子の間において光学バンドパスフィルタが切替られる複数の第2の切替手段とを含み、前記フィルタ組み合わせ手段は、前記第1の切替手段と前記第2の切替手段によって切り替えられる光学バンドパスフィルタの組み合わせにより複数の異なる帯域特性をもつ光学フィルタを実現することを特徴とする(1)に記載の色分類装置。

【0392】これによれば、第2の切替手段が複数個あるのでより多くのフィルタ組み合わせが可能となり、より精度の高い測定が可能となる。

【0393】また、撮像素子が複数個あるので同時に複数のスペクトル撮像が可能なので高速な測定を行うことができる。

【0394】(15)前記光学系は対象物からの光を波長に応じて複数方向に分岐させるダイクロイックプリズムを含み、前記撮像素子は複数個用いられ、前記分岐された対象物からの光を結像する位置の一つずつ配置され、前記切替手段は前記ダイクロイックプリズムと前記対象物の間において光学バンドパスフィルタが切替られる第1の切替手段と、前記プリズムと前記複数の撮像素子の間において光学バンドパスフィルタが切替られる複数の第2の切替手段とを含み、前記フィルタ組み合わせ手段は、前記第1の切替手段によって切り替えられる光学バンドパスフィルタと前記ダイクロイックプリズムのダイクロイックフィルタと、前記第2の切替手段によって切り替えられる光学バンドパスフィルタとの組み合わせにより複数の異なる帯域特性をもつ光学フィルタを実現することを特徴とする(1)に記載の色分類装置。

【0395】これによれば、第2の切替手段が複数個あり、さらにダイクロイックフィルタをも組み合わせるのでより多くのフィルタ組み合わせが可能となり、より精度の高い測定が可能となる。

【0396】また、撮像素子が複数個あるので同時に複数のスペクトル撮像が可能なので高速な測定ができるうえに、RGBカメラとしても使用可能である。

【0397】(16)光学系を介した対象物からの光を互いに異なる通過帯域を持つ複数の光学バンドパスフィルタを切替えながら通過させて撮像し、この撮像された対象物の分光特性から統計的手法によって当該対象物の分類又は判別を行うようにした色分類方法において、前

記対象物に係る分光特性を予め検査したのち、この結果に基づいて前記複数の光学バンドパスフィルタの中から所要の光学バンドパスフィルタを選択して分類又は判別を行うようにしたことを特徴とする色分類方法。

【0398】これによれば、色分類のための測定対象物を限定することなく、様々な対象物に対して個々に最適なフィルタを予め選択したうえで測定を行うことができるので、分類精度の向上と共に、汎用性の向上が期待できる。

【0399】

【発明の効果】従って、以上詳述したように、本発明によれば、装置構成が簡単で、低コストで、且つ機械的振動等にも耐えられ、しかも光源を限定せずにそのスペクトルが変化する場合などにも良好に分類が可能であることを確保したうえで、様々な対象物に適用可能な汎用性の高い色分類装置及び色分類方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による色分類装置の原理的な構成を示す図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態によるフィルタ切替部の要部を示す図で、(A)は側面図、(B)は正面図、(C)は裏面図である。

【図3】第1の実施の形態によるフィルタ切替部の動作状態を示す図で、(A)は測定時を示し、(B)は回転色フィルタ交換時を示す図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態によるフィルタ切替部の要部を示す図で、(A)は側面図、(B)は正面図、(C)は裏面図である。

【図5】第2の実施の形態によるフィルタ切替部の動作状態を示す図で、(A)は測定時を示し、(B)は回転色フィルタ交換時を示す図である。

【図6】第2の実施の形態の変形例によるフィルタ切替部の要部を示す図、(A)は側面図、(B)は正面図、(C)は裏面図である。

【図7】第2の実施の形態の変形例によるフィルタ切替部の動作状態を示す図で、(A)は測定時を示し、(B)は回転色フィルタ交換時を示す図である。

【図8】本発明の第3の実施の形態によるフィルタ切替部の要部を示す図で、(A)は側断面図、(B)は正面図である。

【図9】第3の実施の形態によるフィルタ切替部の動作状態を示す図で、(A)は回転色フィルタ選択時を示し、(B)は測定時を示す図である。

【図10】第3の実施の形態の変形例によるフィルタ切替部の動作状態を示す図で、(A)は回転色選択時を示し、(B)は測定時を示す図である。

【図11】本発明の第4及び第5の実施の形態によるフィルタ切替部の要部を示す図で、(A)正面図、(B)は回転色フィルタを示す図である。

【図12】第4の実施の形態によるフィルタ切替部の動作状態を示す図で、(A)は、回転色フィルタ選択時を示し、(B)は測定時を示す図である。

【図13】第5の実施の形態によるフィルタ切替部の動作状態を示す図である。

【図14】本発明の第6の実施の形態による色分類装置の構成を示す図である。

【図15】第6の実施の形態に関する部材の具体例を示す図で、(A)、(B)は回転色フィルタを示し、(C)はそれらとモータとの結合関係を示す図である。

【図16】第6の実施の形態に用いる2つの回転色フィルタによる光学特性を示す曲線図で、(A)、(B)はそれぞれ単独の特性を示し、(C)～(H)は合成特性を示す図である。

【図17】本発明の第7の実施の形態による色分類装置の構成を示す図である。

【図18】第7の実施の形態の変形例による色分類装置の構成を示す図で、(A)はそれを上からみた図を示し、(B)はそれを側からみた要部を示す図である。

【図19】本発明の第8の実施の形態による色分類装置の構成を示す図である。

【図20】第8の実施の形態の変形例を示す図で、(A)は変形例装置全体の構成図、(B)、(C)はそれに用いるフィルタマガジン部を示す図である。

【図21】本発明の第9の実施の形態による色分類装置を示す図で、(A)は装置全体の構成図を示し、(B)はその要部を上からみた図である。

【図22】本発明の第10の実施の形態による色分類装置の構成を示す図である。

【図23】(A)は第1、第2及び第4の実施の形態の測定フロー処理を示すフローチャート、(B)は第3の実施の形態の測定フロー処理を示すフローチャートである。

【図24】(A)は第5の実施の形態の測定フロー処理を示すフローチャート、(B)は第6及び第7の実施の形態の測定フロー処理を示すフローチャートである。

【図25】(A)は第8の実施の形態の測定フロー処理を示すフローチャート、(B)は第9の実施の形態の第1の測定フロー処理を示すフローチャートである。

【図26】(A)は第9の実施の形態の測定フロー処理を示すフローチャート、(B)は第10の実施の形態の測定フロー処理を示すフローチャートである。

【図27】本発明の先願による色分類装置の構成を示す図である。

【図28】(A)は先願による色分類装置に使用される回転色フィルタに使用される複数のバンドパスフィルタの特性を示す図であり、(B)及び(C)はそれぞれ回転色フィルタの構成を示す図である。

【図29】図27中の分類演算回路のブロック構成図である。

【図30】図29中の輝度成分抽出部の構成を示す図である。

【図31】(A)及び(B)はそれぞれ図30中の補正回路の構成を示す図であり、(C)は図30中の分類演算部及び分類判定部の構成を示す図である。

【図32】2クラスの対象物を示す図である。

【図33】先願による色分類装置が学習モードで決定する分類境界を示す図である。

【図34】分類したいクラス未知の対象物を示す図である。

【図35】先願における分類演算部の別の構成例を示す図である。

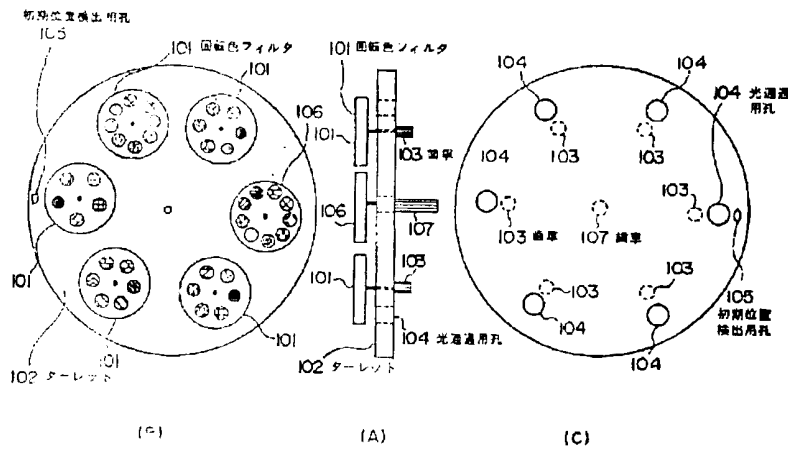
【図36】従来の色判定装置における分類スペクトルの特性を有するフィルタの構成を示す図である。

【図37】分類スペクトルを説明するための図である。

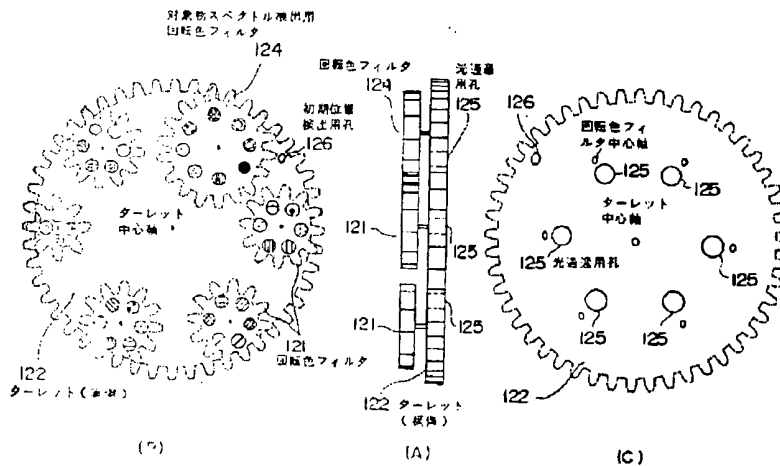
【符号の説明】

1…光学系、2…撮像素子、3…A/D変換器、4…撮像素子駆動回路、5…フレームメモリ、6…コントロール部、7…演算処理回路、8…表示部、9…画像処理部、100…フィルタ切替部。

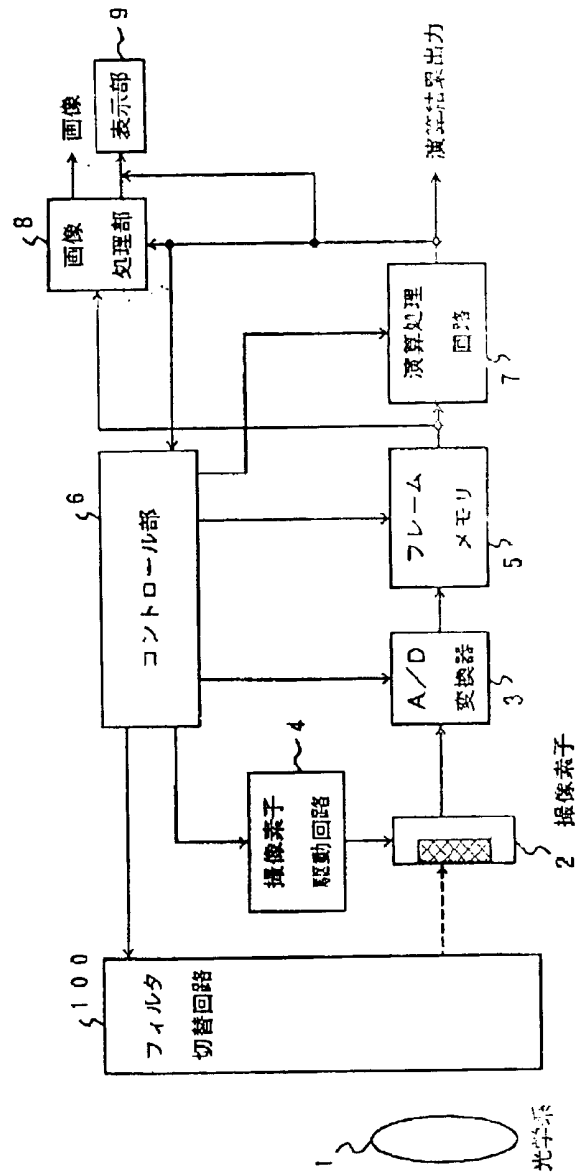
【図2】



【図4】



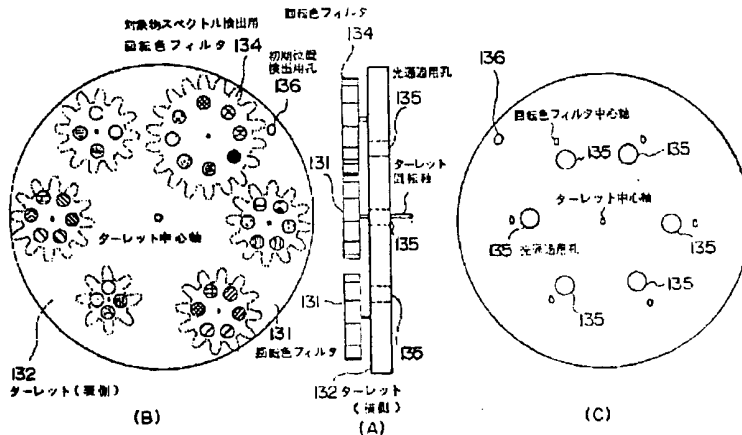
【図1】



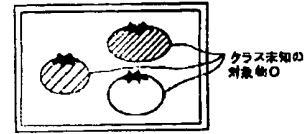




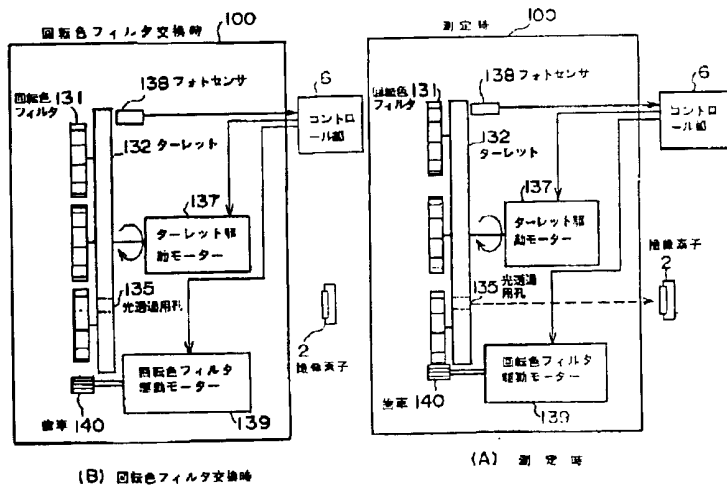
【図6】



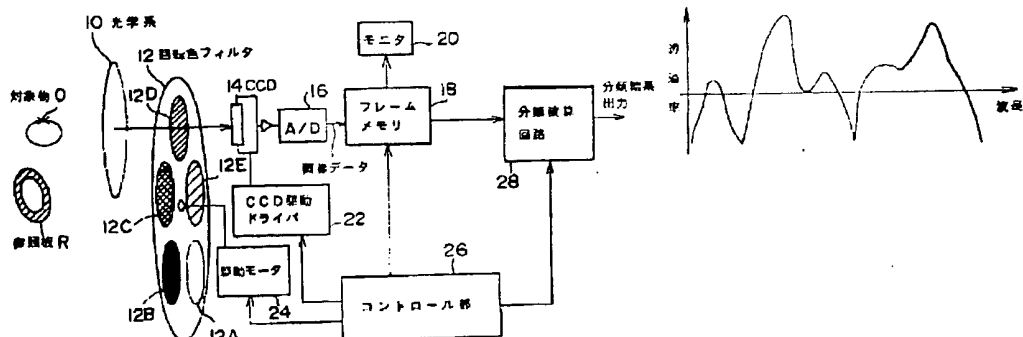
【図34】



【図7】

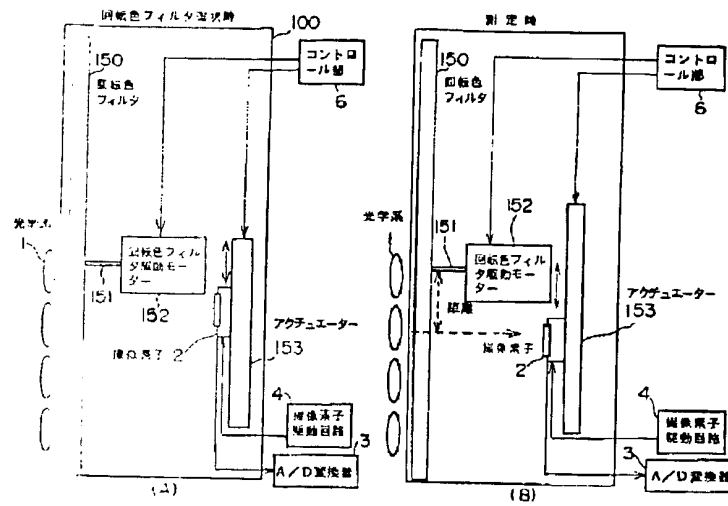


【図27】



【図37】

【図9】



【図10】

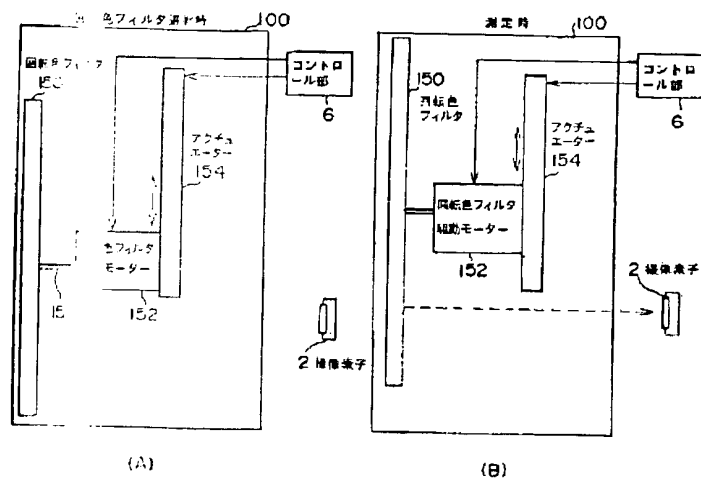
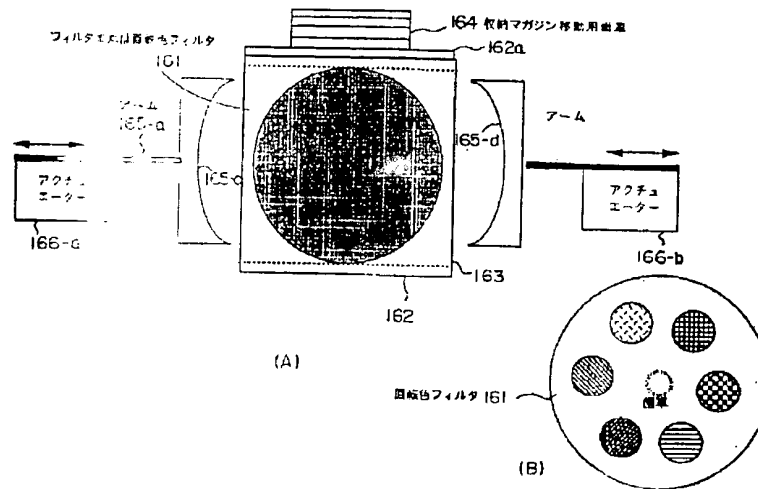


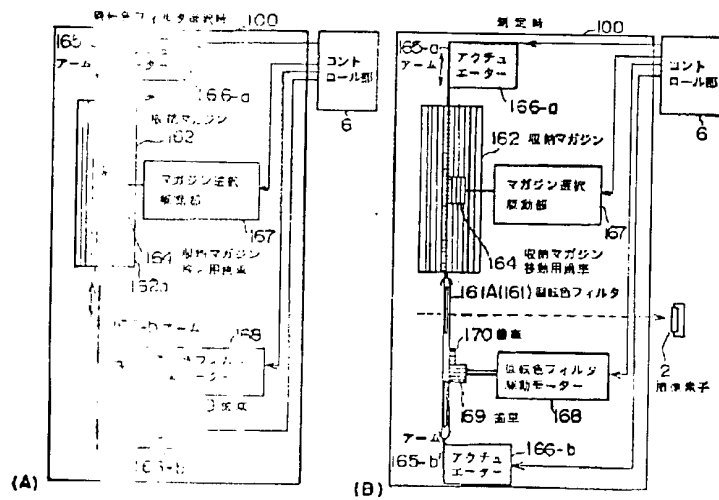
Figure 1 is a schematic diagram of a projection-type display device. Part (A) is a side view showing the device's components. At the top is the projection-type display device (164). Below it is the main body (162), which has a top surface (162a) and a bottom surface (163). A circular area (161) is defined on the front face of the main body. This area is bounded by a curved line (165-d) on the right and a curved line (165-a) on the left. An arm (166-a) is connected to the left side of the circular area (161) and is linked to an actuator (166-a). Another arm (165-d) is connected to the right side of the circular area (161) and is linked to a component (166-b). Part (B) is a top view of the circular area (161), showing a grid of colored filters (color filters 161) arranged in a circular pattern.

Figure 1 consists of two schematic diagrams, (A) and (B), illustrating a color filter transfer apparatus. Diagram (A) shows a transfer apparatus 100 with a control unit 6. It includes an actuator 165-a, a magazine 162, a transfer motor 167, and a color filter transfer motor 168. The apparatus is shown in a state where a color filter 161 is being transferred from the magazine 162 to the transfer motor 167. Diagram (B) shows a transfer apparatus 120 with a control unit 6. It includes an actuator 165-a, a magazine 162, a transfer motor 167, and a color filter transfer motor 168. The apparatus is shown in a state where a color filter 161 is being transferred from the magazine 162 to the transfer motor 167. The diagrams are labeled (A) and (B) at the bottom.

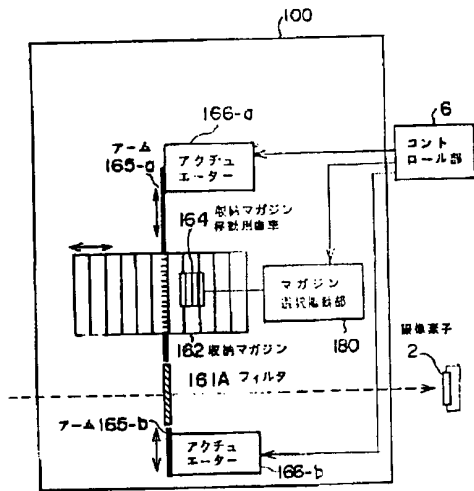
【図11】



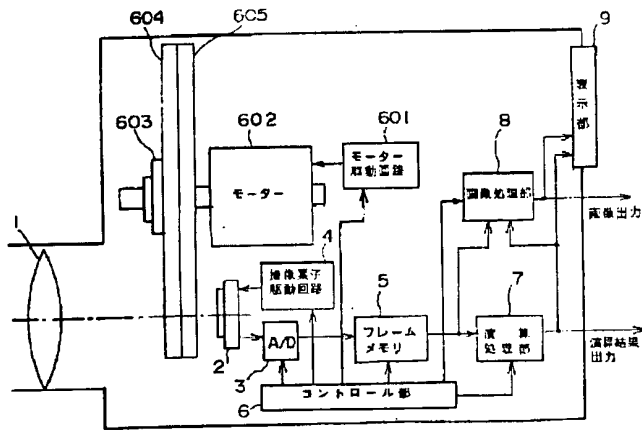
【図12】



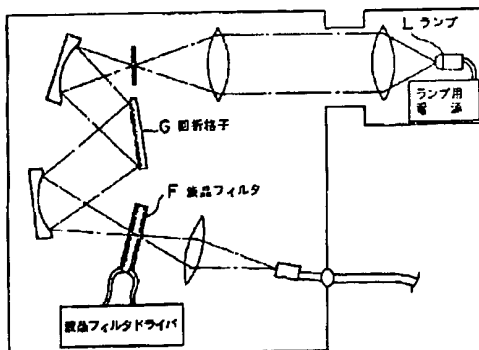
【図13】



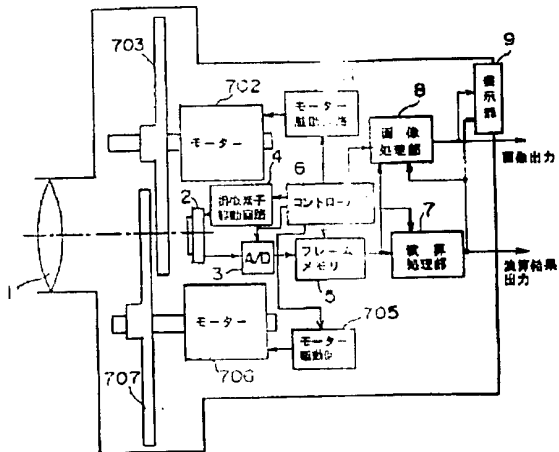
【図14】



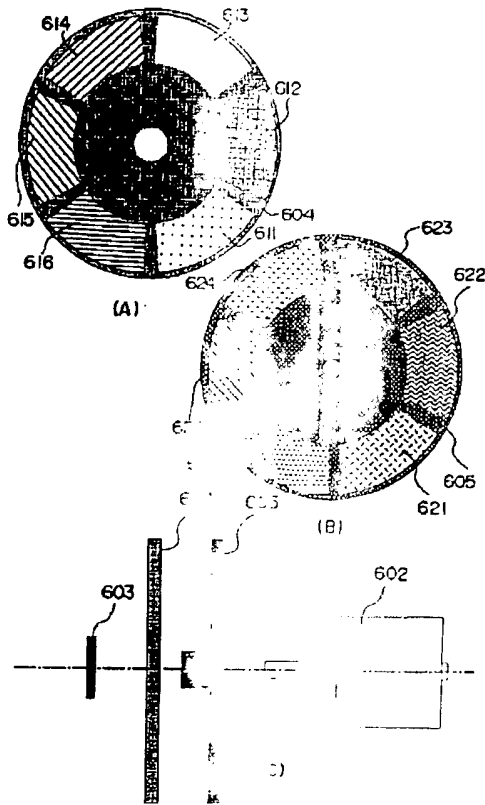
【図36】



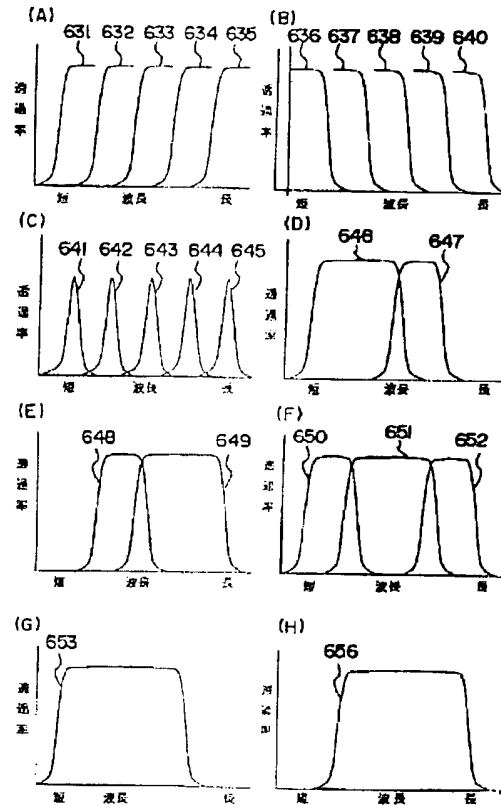
【図17】



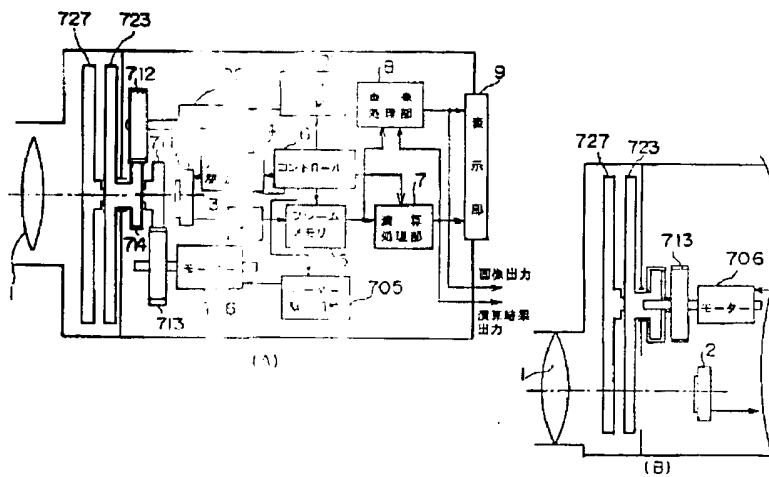
【図15】



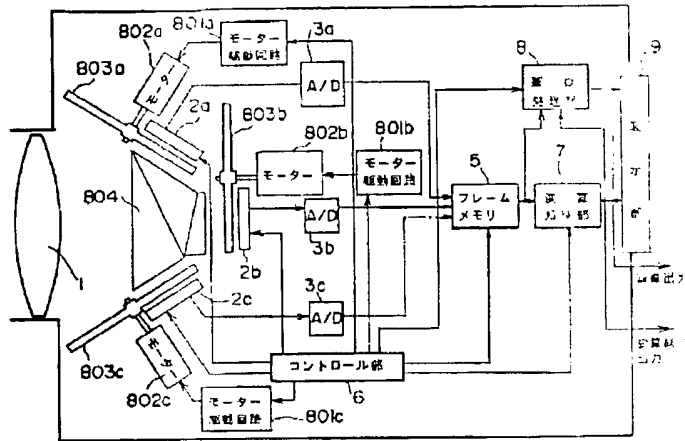
【図16】



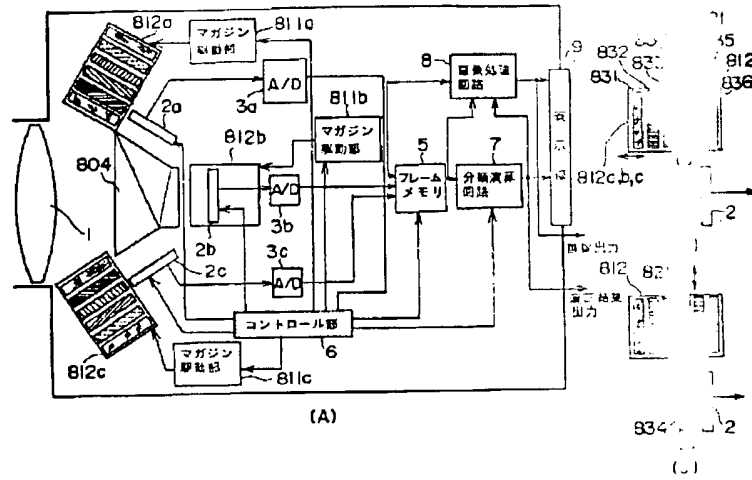
【図18】



【図19】

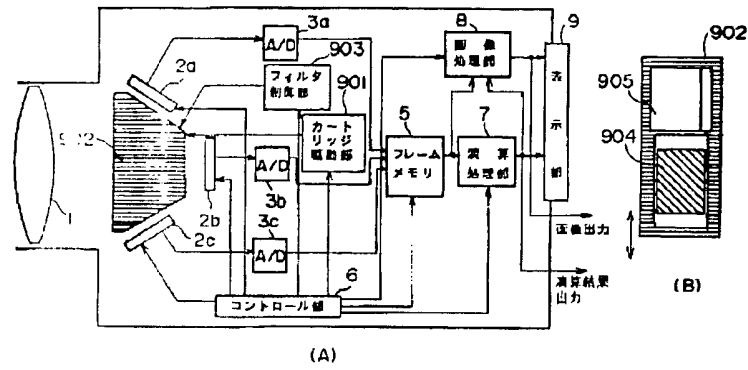


【図20】

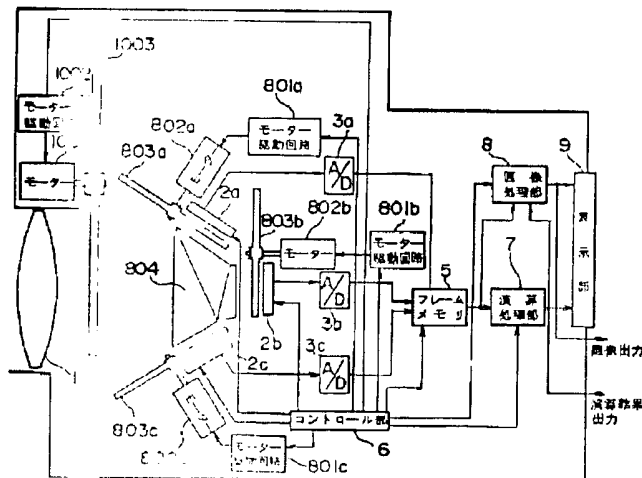




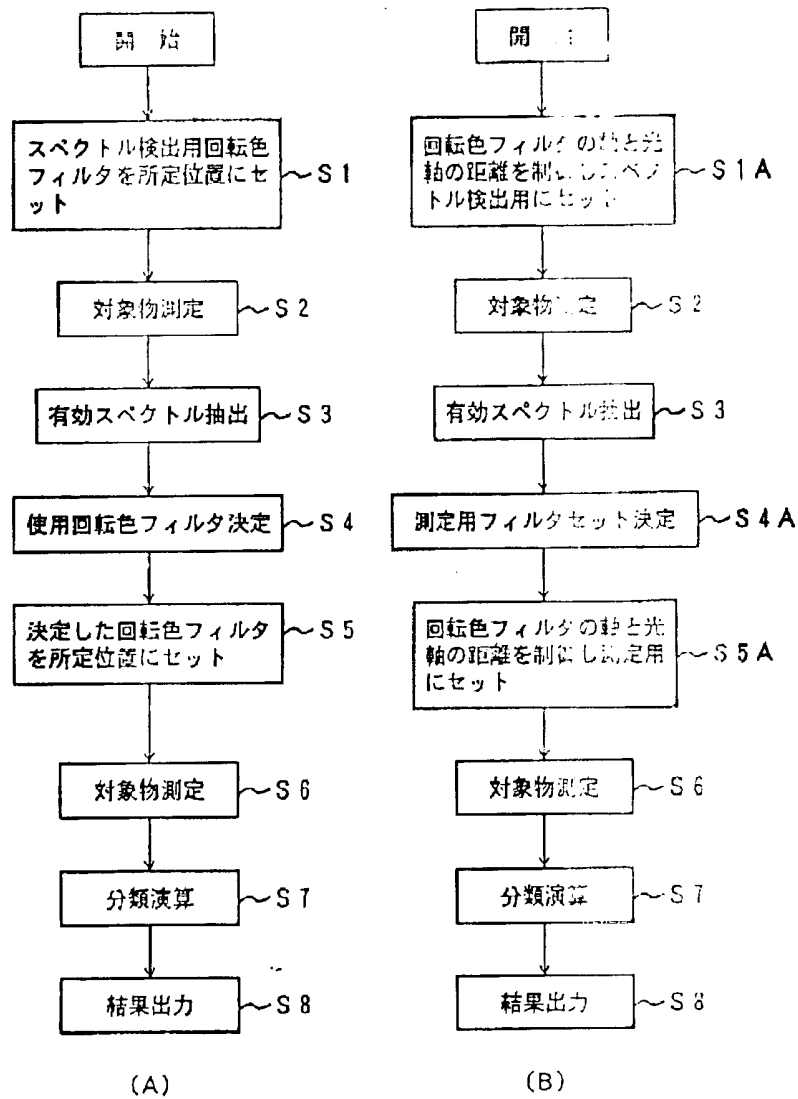
【図21】



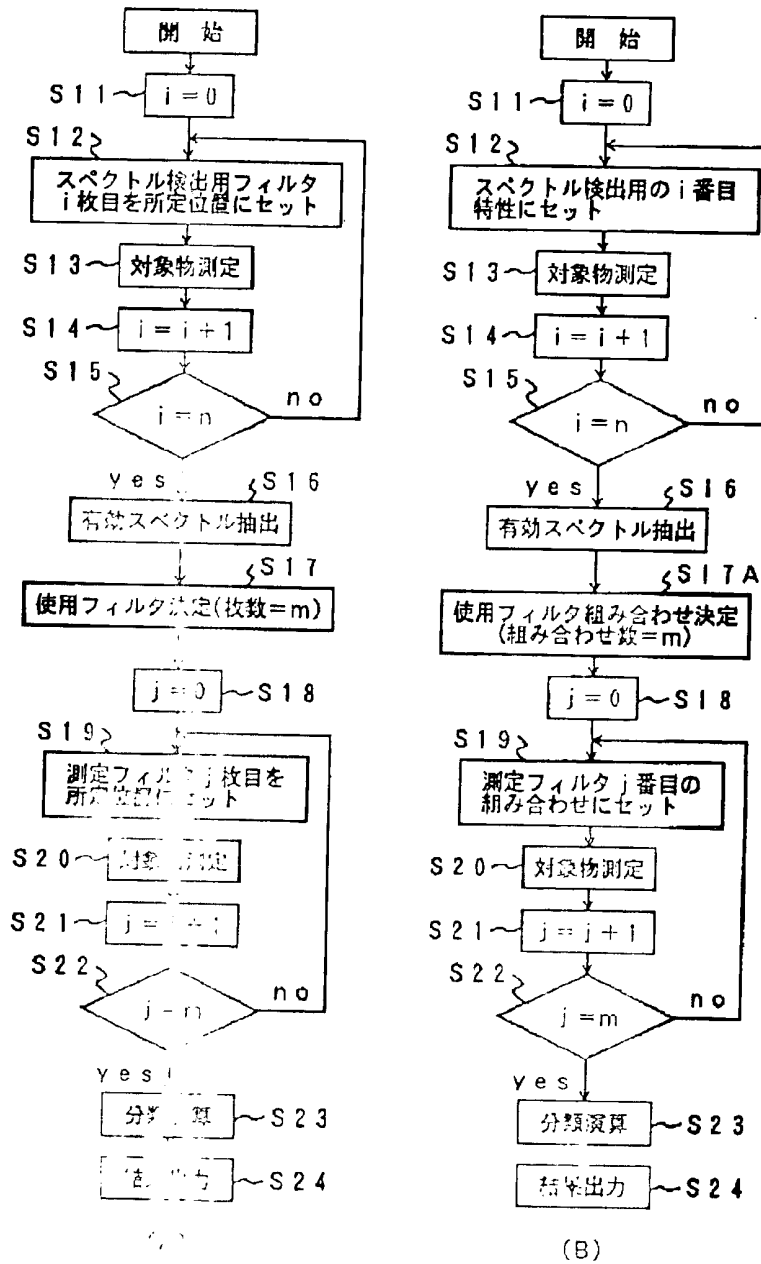
【図22】



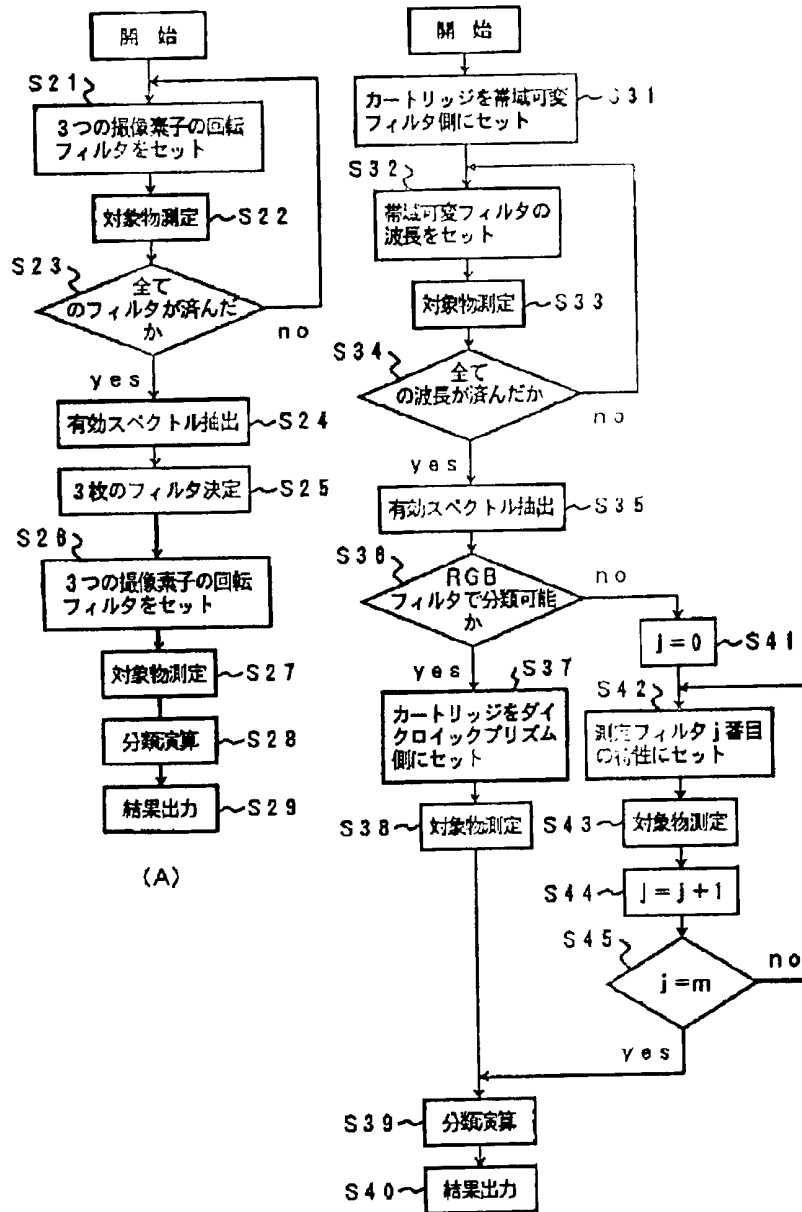
【図23】



【図24】

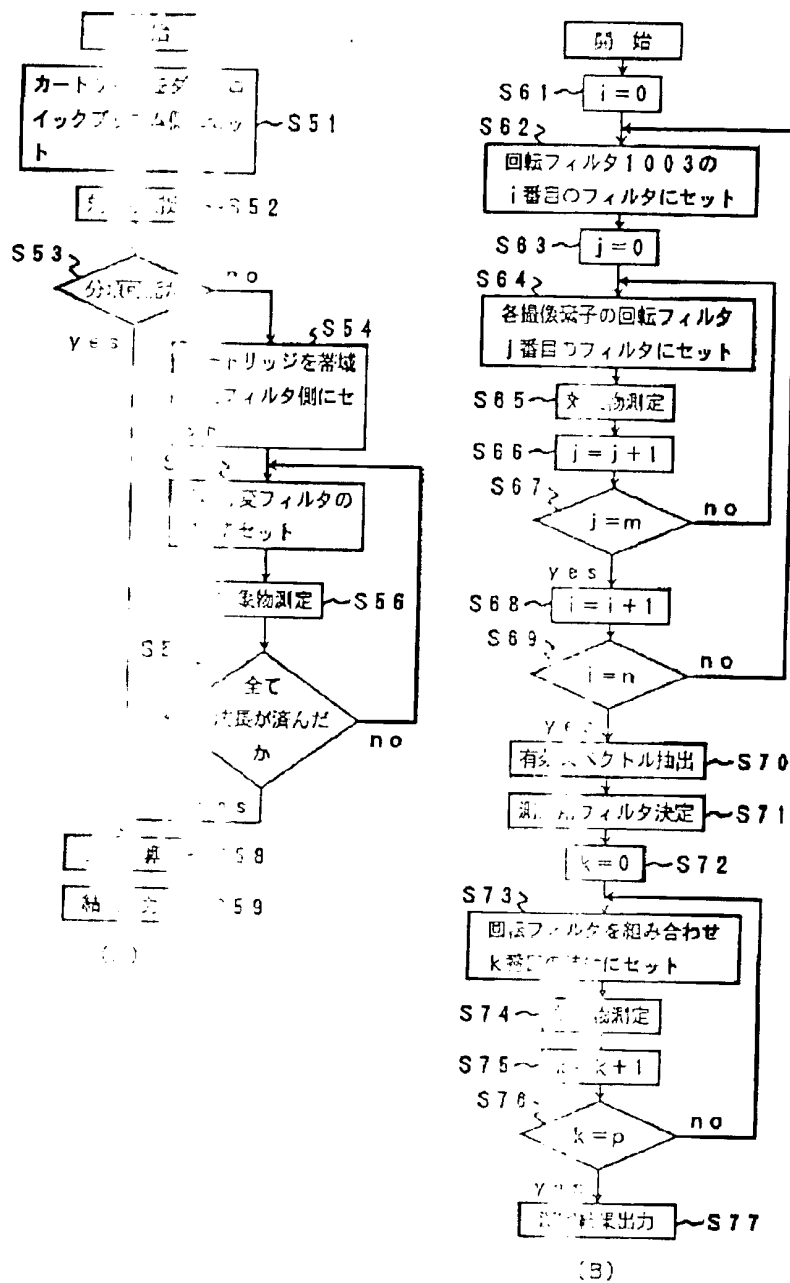


【図25】

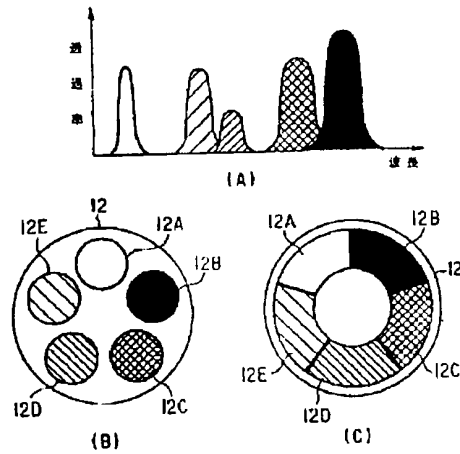


(B)

【図26】



【図28】



【図30】

